

**LAPORAN HASIL
PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN ANGGARAN 2011**



**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PENYELAMATAN EMBRIO
CEMARA LAUT (*Casuarina equisetifolia*) SEBAGAI UPAYA
PELESTARIAN KAWASAN KONSERVASI WILAYAH PESISIR
KOTA BENGKULU**

Disusun Oleh :

**IR. MARLIN, M.Sc
DR. IR. YULIAN, M.Sc
IR. BAMBANG GONGGO M., M.S.**

**DIBIYAI OLEH DANA DIPA UNIVERSITAS BENGKULU
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
SESUAI DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR
NOMOR : 0824/023_04.2.01/08/2011 TANGGAL 20 DESEMBER 2010
DENGAN SURAT PERJANJIAN NOMOR : 171/H30.10/PL/2011
TANGGAL 31 MARET 2011**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BENGKULU
TAHUN 2011**

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN UNGGULAN UNIVERSITAS BENGKULU

1. Judul Penelitian : Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Ir. Marlin, M.Sc
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 19700314 199403 2 002
 - d. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Bidang Keahlian : Bioteknologi Tanaman (Teknik Kultur Jaringan Tanaman)
 - g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Pertanian / Budidaya Pertanian
 - h. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu
 - i. Anggota Peneliti

| No. | Nama dan Gelar | Bidang Keahlian | Jurusan/Fakultas |
|-----|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 1. | DR. Ir. Yulian, M.Sc | Bio-resource Plant Production | Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian UNIB |
| 2. | Ir. Bambang Gonggo M., M.S. | Konservasi Tanah dan Air | Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNIB |

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diunggulkan : 2 (dua) tahun
 - b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 70.000.000,00
 - Biaya yang disetujui Tahun Pertama : Rp. 40.000.000,00
 - Biaya yang disetujui Tahun Kedua : Rp. 30.000.000,00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

Bengkulu, November 2011
Ketua Peneliti

Prof. DR. Ir. Yuwana, M.Sc
NIP. 19591210 198603 1 003

Ir. Marlin, M.Sc
NIP. 19700314 199403 2 002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian UNIB

Drs. Sarwit Sarwono, M.Hum.

NIP. 19581112 198603 1 002

Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio
Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan
Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu

Oleh :

Marlin, Yulian, dan B. Gonggo

Laboratorium Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu, Telp 0736-28765, E-mail : marlin_iin@yahoo.com

RINGKASAN

Angka kerusakan hutan dan lahan di Indonesia pada tahun 2006 sudah mencapai 59,2 juta hektar. Pada daerah kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu, kerusakan kawasan pesisir terjadi sebagai akibat perambah liar dan penambangan pasir ilegal (BKSDA Bengkulu, 2004), serta pembangunan kawasan pantai menjadi kawasan parawisata dan pembangunan jalan-jalan baru (Rakyat Bengkulu, 2006).

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama. Cemara laut merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak keunggulan atau *Multipurpose tree species*. Umumnya cemara laut berkembangbiak secara generatif menggunakan biji. Biji berukuran sangat kecil dan ditutupi dibungkus oleh selaput yang tipis (bersayap), sehingga mudah diterbangkan oleh angin. Biji cemara laut memiliki embrio dengan daya kecambah yang rendah. Dengan demikian sangat penting untuk dilakukan upaya penyelamatan embrio cemara laut agar dapat tumbuh dan berkembang sehingga mampu melestarikan kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang di Bengkulu khususnya, kawasan pesisir secara nasional umumnya.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut sebagai bahan tanam berkualitas sehingga dapat membantu mengatasi upaya konservasi dan pelestarian lingkungan pesisir pantai Bengkulu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan benih cemara laut terbaik diperoleh pada media dengan campuran pasir : kompos dengan perbandingan 1:1. Perlakuan perendaman benih dalam larutan IBA memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan benih. Pada konsentrasi optimum 78,72 ppm diperoleh respon tertinggi terhadap pertumbuhan akar tanaman cemara laut.

Pertumbuhan benih pada tahap pembibitan menunjukkan pertumbuhan yang baik. Interaksi perlakuan pemberian pupuk cair dan komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman, dan jumlah akar primer. Media tanam yang terbaik adalah komposisi media pasir : kompos dengan perbandingan 1 : 1 karena memberikan hasil terbaik pada peubah tinggi tanaman, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot kering akar, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman. Peningkatan

konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L⁻¹ mampu meningkatkan bobot basah bagian atas tanaman cemara laut.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNya maka Laporan Hasil Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu Tahun Anggaran 2011 ini dapat diselesaikan. Penelitian dengan judul " Pengembangan Teknologi Penyelamatan Embrio Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai Upaya Pelestarian Kawasan Konservasi Wilayah Pesisir Kota Bengkulu" ini dilaksanakan dengan adanya bantuan dana dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional, melalui Dana DIPA Unib Nomor : 0824/023_04.2.01/08/2011 Tanggal 20 Desember 2010 dengan Surat Perjanjian Nomor : 171/H30.10/PI/2011, Tanggal 21 Maret 2011.

Tanaman cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak kegunaan. Tanaman ini sangat kokoh dan indah sehingga merupakan tanaman yang potensial untuk dikembangkan dalam upaya konservasi kawasan pesisir, sebagai penahan angin dan abrasi air laut seperti di kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu. Umumnya cemara laut berkembangbiak secara generatif menggunakan biji. Biji berukuran sangat kecil dan memiliki bulu dipermukaannya, sehingga mudah diterbangkan oleh angin. Biji cemara laut memiliki embrio dengan daya kecambah yang rendah. Dengan demikian sangat penting untuk dilakukan upaya penyelamatan embrio cemara laut agar dapat tumbuh dan berkembang sehingga mampu melestarikan kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang di Bengkulu khususnya, kawasan pesisir secara nasional umumnya.

Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut sebagai upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu. Penelitian dilakukan dalam waktu 2 tahun penelitian, yang meliputi teknik penyelamatan embrio secara konvensional dan non

konvensional (*in vitro*). Melalui penelitian ini, diharapkan akan mampu mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas sehingga dapat mengatasi kendala dalam pelestarian kawasan pesisir. Disamping itu, diharapkan melalui penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut.

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Maret sampai dengan bulan Oktober 2011 di Laboratorium Bioteknologi dan Kultur Jaringan Tanaman, dan di *greenhouse* Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam atas segala bantuan dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini, kepada Bapak Ketua Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu beserta staf, Bapak Dekan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bapak Ketua Laboratorium Agronomi Divisi Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu beserta laboran yang memfasilitasi kegiatan di laboratorium kultur jaringan, mahasiswa (Wiyogo dan Windri), serta semua pihak yang tak dapat kami sebutkan satu persatu. Akhirnya penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bengkulu, November 2011

DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|---------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| RINGKASAN DAN SUMMARY | ii |
| PRAKATA | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| A. LAPORAN HASIL PENELITIAN | |
| BAB I. | 1 |
| PENDAHULUAN..... | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 20 |
| | |
| BAB IV. METODE PENELITIAN | 22 |
| BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN | 27 |
| BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |
| | |
| LAMPIRAN | 48 |
| | |
| B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Morfologi bunga cemara laut. A. Letak bunga pada ranting batang, B. Susunan bunga jantan dan betina, a) bunga jantan b) bunga betina, C. Bakal buah dari bunga yang sudah dibuahi | 8 |
| 2. Buah cemara laut dengan 3 tingkat kematangan buah..... | 8 |
| 3. Morfologi buah cemara laut. A. Penampang membujur buah dengan susunan cone yang berisi biji. B. Penampang melintang buah dengan susunan cone yang berisi biji, C. Susunan cone pada buah belum matang, D. Buah yang telah matang dengan cone yang telah membuka | 9 |
| 4. Persiapan penanaman di lapang. A) penjemuran benih B) Benih yang siap disemai, C) Penanaman di lapang dalam hamparan langsung D) benih mulai berkecambah | 10 |
| 5. Benih mulai berkecambah (2 mst) | 11 |
| 6. Pertumbuhan Benih pada tahap prenursery..... | 11 |
| 7. Pengaruh media tanam dan konsentrasi IBA terhadap pertambahan tinggi tanaman cemara laut..... | 27 |
| 8. Pengaruh konsentrasi IBA terhadap panjang akar cemara laut..... | 30 |
| 9. Pengaruh media tanam dan konsentrasi pupuk cair terhadap tinggi tanaman cemara laut hingga minggu ke 20..... | 32 |
| 10. Petumbuhan jumlah cabang primer cemara laut | 35 |
| 11. Pertumbuhan jumlah cabang sekunder cemara laut | 39 |

-
12. Pengaruh interaksi konsentrasi pupuk cair dan komposisi media terhadap bobot kering akar bibit cemara laut
13. Pengaruh konsentrasi pupuk cair terhadap bobot basah atas tanaman

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kandungan Hara Pupuk Bio Alam..... | 24 |
| 2. Rangkuman Nilai F hitung pengaruh jenis media tanam dan konsentrasi IBA terhadap pertumbuhan benih cemara laut | 28 |
| 3. Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut..... | 26 |
| 4. Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut tahap nursery | 37 |
| 5. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst) | 41 |
| 6. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst) | 41 |
| 7. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara <i>in vitro</i> (6 mst) | 42 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi geografis kota Bengkulu terletak di pesisir barat Sumatera, merupakan daerah pantai yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Perubahan iklim atau "*climate change*" mulai berdampak terhadap masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir propinsi Bengkulu (Antara, 2009). Terjadinya berbagai bencana alam di kawasan pantai seperti gelombang pasang dan tsunami menimbulkan kerusakan yang sangat besar lingkungan pantai. Selain itu, pengalihan fungsi pantai menjadi kawasan pariwisata mengakibatkan kerusakan dan perubahan ekosistem pantai. Kondisi ini memerlukan usaha konservasi pantai untuk mengembalikan fungsi ekosistem kawasan pesisir.

Angka kerusakan hutan dan lahan di Indonesia pada tahun 2006 sudah mencapai 59,2 juta hektar. Di beberapa daerah kerusakan hutan di kawasan pesisir sangat tinggi. Di Jawa Timur 53.000 ha hutan mangrove yang ada, 13.000 ha diantaranya rusak berat (Anonim, 2007). Kerusakan tersebut sebagai akibat pembukaan lahan untuk dijadikan tambak, serta akibat pencemaran dari limbah industri.

Pada daerah kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu, kerusakan kawasan pesisir terjadi sebagai akibat perambah liar dan penambangan pasir ilegal (BKSDA Bengkulu, 2004), serta pembangunan kawasan pantai menjadi kawasan pariwisata dan pembangunan jalan-jalan baru (Rakyat Bengkulu, 2006).

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama. Penanaman cemara laut sepanjang kawasan pesisir sebagai jalur hijau di sempadan pantai dapat berfungsi sebagai pelindung dari ancaman gelombang pasang maupun untuk memenuhi kebutuhan kayu bagi masyarakat (Nurahmah, *et al.* 2007).

Cemara laut merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki banyak keunggulan atau *Multipurpose tree species* (Syamsuwida, 2005). Kayu cemara laut mempunyai kualitas tinggi untuk bahan bakar (arang), kayu gelondongan, dan berperan penting dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, serta sebagai penahan angin. Umumnya cemara laut berkembang biak secara generatif dengan menggunakan biji yang terdapat di dalam buah. Setiap buah cemara laut mengandung 20-50 biji. Biji cemara laut berukuran sangat kecil, dengan permukaan yang berbulu sehingga sangat mudah diterbangkan oleh angin ke daerah lain yang menyebabkan biji sulit untuk tumbuh. Disamping itu, biji tidak memiliki cadangan makan (endosperma) sehingga menghambat embrio untuk tumbuh dan berkembang. Dengan demikian, usaha penyelamatan embrio cemara laut sangat penting dilakukan baik secara konvensional maupun secara non konvensional dengan teknik kultur jaringan tanaman, sebagai upaya percepatan produksi benih cemara laut yang berperan penting dalam melestarikan ekosistem pesisir Bengkulu. Upaya konservasi ditujukan agar sumber daya alam hayati dan ekosistemnya selalu terpelihara dan lestari secara seimbang. Penanaman kawasan pesisir dengan tanaman yang kokoh mampu menahan hempasan angin dan gelombang laut. Selain itu, pembangunan hutan di kawasan taman wisata pantai juga dilakukan dengan memilih jenis tanaman sesuai dan memiliki nilai estetika dan keindahan.

Alternatif lain untuk menyelamatkan embrio cemara laut dan meningkatkan pertumbuhannya adalah melalui perbaikan metode perkecambahan benih (konvensional), serta melalui teknik kultur jaringan tanaman atau teknik *in vitro* (non konvensional). Dengan penggunaan teknik kultur jaringan, bahan tanam yang dihasilkan akan mempunyai tingkat multiplikasi yang tinggi, materi tanaman yang berkualitas, lebih homogen, secara genetik sama dengan induknya, dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Bhojwani, 1990).

Menurut Warreing dan Phillips (1981), kebutuhan nutrisi dan zat pengatur tumbuh untuk memacu proses morfogenesis pada kultur *in vitro* akan berbeda untuk setiap jenis tanaman dan eksplan yang digunakan. Krikorian (1982) dan Ammirato (1983) menjelaskan bahwa untuk stimulasi proses morfogenesis ini sangat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin, dan

komponen-komponen penyusun media. Van dan Trinh (1990) menyatakan bahwa suplai hormon secara eksogen sangat mempengaruhi proses tersebut, sejalan dengan laju metabolismenya. Regenerasi *Anthurium scherzerium* dilakukan dengan mereduksi hara makro menjadi $\frac{1}{2}$ konsentrasi (Hamidah *et al.*, 1997). Kultur *immature seeds* menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tanaman *Rynchosyilis gigantea* (Lindl.) yang dikulturkan pada media MS dengan $\frac{1}{2}$ konsentrasi hara makro (Zhi-Ying dan Xu, 2009)

Hasil penelitian pada tahun pertama menunjukkan bahwa respon terbaik diperoleh pada media dengan konsentrasi hara makro $\frac{1}{2}$ MS. Pada media ini diperoleh respon tertinggi untuk persentase tumbuh embrio (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Respon terendah diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{4}$ MS (Marlin dan Idris, 2010). Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk dapat meningkatkan persentase tumbuh embrio cemara laut serta meningkatkan multiplikasi tunas mikro yang sudah dihasilkan sehingga dapat menghasilkan bahan tanam bermutu untuk perbanyakan massal.

Keberhasilan meregenerasi planlet *in vitro* ini, akan semakin tampak bila ternyata plantlet tersebut mampu beradaptasi dan *survive* dalam lingkungan luar yang alami, atau yang dikenal dengan tahap aklimatisasi. Aklimatisasi merupakan periode kritis dalam perbanyakan tanaman dengan kultur jaringan karena merupakan peralihan dari *heterotrof* ke *autotrof*, dan sangat peka terhadap evapotranspirasi, serangan cendawan dan bakteri, serta intensitas cahaya yang tinggi sehingga perlu perhatian khusus. Keberhasilan aklimatisasi planlet sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan berupa media tanam, pengairan, pemupukan, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan pertumbuhan tanaman itu sendiri (Auge, *et al.*, 1995). Disamping itu kelembaban yang tinggi dalam media padat seringkali mengakibatkan terbentuknya akar-akar palsu yang bila dipindahkan ke lapangan mudah busuk dan tidak mampu bertahan. Dengan menghasilkan planlet dengan pertumbuhan tunas dan akar yang kuat dapat meningkatkan ketahanan planlet untuk dapat beradaptasi di lingkungan *ex vitro*. Peningkatan daya adaptasi planlet

di lapang sangat penting dilakukan untuk mendukung dan menjaga kelangsungan hidup tanaman di lapangan.

Melalui penelitian ini diharapkan akan menjadi *scientific frontier* yang mampu memberikan kontribusi bagi penyediaan benih cemara laut yang berkualitas untuk bahan penanaman hutan pantai di pesisir kota Bengkulu khususnya, serta dapat mendukung kebijaksanaan perbenihan nasional umumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Konservasi sumber daya alam hayati dan ekosistemnya bertujuan mengusahakan terwujudnya kelestarian sumber daya alam hayati serta keseimbangan ekosistemnya sehingga dapat lebih mendukung upaya peningkatan kesejahteraan masyarakat dan mutu kehidupan manusia. Menurut UU No. 5 Tahun 1990, tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, pengawetan jenis tumbuhan dan satwa di dalam kawasan suaka alam dilakukan dengan membiarkan agar populasi semua jenis tumbuhan dan satwa tetap seimbang menurut proses alami di habitatnya. Salah satu kawasan suaka alam yang perlu mendapat perhatian dalam pelestarian dan menjaga keseimbangan ekosistem di dalamnya adalah kawasan pesisir. Kawasan pesisir barat sumatera merupakan wilayah yang paling beresiko terhadap dampak perubahan iklim. Perubahan tutupan lahan kawasan hutan di daerah perbukitan dan lereng sangat cepat memicu bencana banjir bandang dan tanah longsor. Posisi pesisir yg langsung berhadapan dengan samudra hindia, membuat kehidupan masyarakat kawasan pesisir barat sumatera menjadi sangat rentan terhadap perubahan geomorfologi, kekacauan arus dan gelombang akibat pemanasan global. Masyarakat pesisir barat sumatera terjebak oleh 2 ancaman besar yang disebabkan perubahan iklim ditambah ancaman geologis yang membuat wilayah ini seolah di berada dibibir ancaman bencana Gempa (Departemen Kampanye Walhi Bengkulu, 2008).

Propinsi Bengkulu termasuk dalam kawasan pesisir barat Sumatera dengan daerah pesisir pantai yang cukup luas. Ditinjau dari kondisi geografisnya, letak pantai Bengkulu berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Menurut SK Menteri Kehutanan No. 420/Kpts-II/ 1999 Tahun 1999, kawasan konservasi wilayah pesisir Kota Bengkulu adalah Taman Wisata Alam (TMA) Pantai Panjang. TMA Pantai Panjang ini memiliki luas 967, 2 hektar (BKSDA, 2004).

Terjadinya berbagai bencana alam di kawasan pantai seperti gelombang pasang dan tsunami menimbulkan kerusakan yang sangat besar lingkungan pantai. Selain itu, pengalihan fungsi pantai menjadi kawasan pariwisata mengakibatkan kerusakan dan perubahan ekosistem pantai. Kondisi ini memerlukan usaha konservasi pantai untuk mengembalikan fungsi ekosistem kawasan pesisir. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah revitalisasi kawasan pantai menjadi hutan tanaman pantai dengan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) sebagai salah satu tanaman utama.

Tanaman cemara laut termasuk ke dalam kingdom Plantae (Tumbuhan), subkingdom Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh), super divisi Spermatophyta (Menghasilkan biji), divisi Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga), kelas Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil), Sub Kelas Hamamelidae, ordo casuarinales. *Casuarina equisetifolia* L termasuk dalam famili Casuarinaceae, Sinonimnya adalah *Casuarina littoralis* Salisb., *C. Litorea* L., *C. littorea* Oken., *C. muricata* Roxb., *C. Sumatrana* Jungh. Nama local : beefwood, coast she-oak, horsetail casuarina, ironwood (Eng.); pin d'Australie (Fr.); pino australiano (Sp.). Dua subspecies yang sudah dikenal, *C. equisetifolia* and *C. incana*.

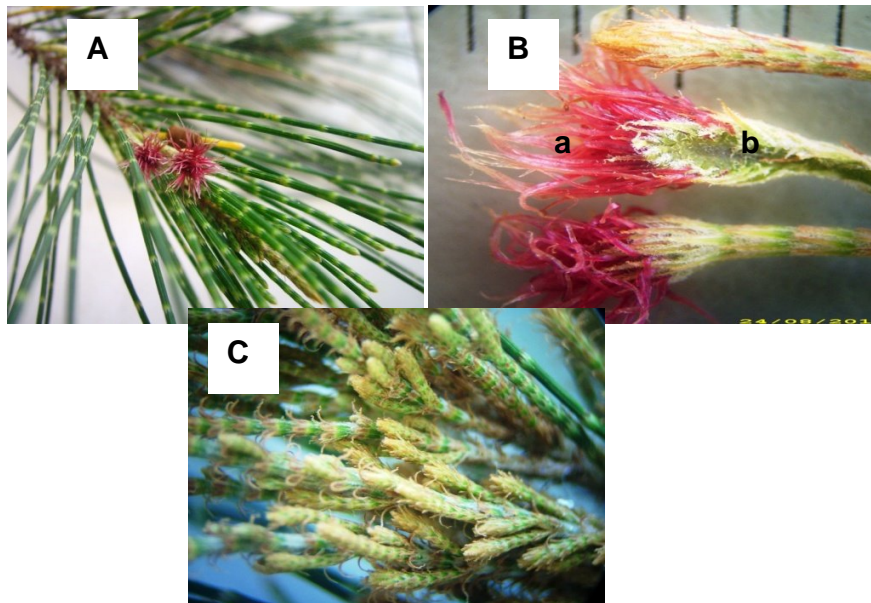
Pohon cemara selalu hijau dengan ketinggian berkisar 6-35 m. Cemara merupakan tumbuhan hijau yang sekilas tampak seperti tusam karena rantingnya yang beruas pada dahan besar kelihatan seperti jarum, dan buahnya mirip runjung kecil. Kulit batang abu-abu coklat terang, kasar, dan pohon tua beralur. Lingkaran lentisel tampak jelas pada kulit yang muda. Ranting-ranting terkulai, menyerupai jarum; kecil sekali, daun mengecil tersusun dalam 7-8 helai.

Bunga betinanya nampak seperti berkas rambut, kecil dan kemerah-merahan. Bunga berkelamin satu, bunga jantan dan betina bisa terdapat dalam satu pohon atau pohon yang berbeda. Bunga jantan terletak di ujung, bulir memanjang, bunga betina di cabang samping. Bunga betina berbentuk kerucut majemuk, bundar, panjang 10-24 mm, diameter 9-13 mm. Buah abu-abu atau kuning coklat (samara), panjang 6-8 mm, berbiji tunggal. Satu kg kerucut menghasilkan 20-60 g benih. Terdapat 370.000-700.000 benih bersih per kg. Penyerbukan dengan angin. Di daerah yang musim dingin atau musim keringnya tidak nyata, berbunga dan

berbuah secara teratur, satu atau dua kali setahun. Di area dengan musim hujan dan musim kering tidak nyata, pembungaan dan pembuahan cenderung tidak teratur dan bisa saja sepanjang tahun. Kerucut betina masak 18-20 minggu sesudah anthesis kemudian membuka sebentar, melepaskan buah-buah kecil. Buah tidak masak serempak dalam satu pohon, menyebabkan masalah saat pengumpulan buah.

Cemara laut merupakan salah satu jenis keanekaragaman hayati dari ekosistem pesisir pantai yang perlu dilestarikan. Tanaman ini merupakan tanaman hutan pantai yang memiliki keunggulan. Dommergues (1995) menggambarkan keberadaan Cemara laut sebagai tanaman yang mempunyai potensi sebagai tanaman campuran dengan jenis tanaman hutan lainnya. Karena tahan terhadap angin, Cemara laut digunakan secara luas untuk menstabilkan bukit pasir di pantai, serta penahan angin untuk melindungi perkebunan. Pada beberapa sistem agroforestry dataran rendah di daerah tropis, Cemara laut ditanam di perkebunan bersama tanaman kopi, jambu mete, kelapa, kacang tanah, wijen dan legume berbiji lainnya. Selain itu *C. equisetifolia* dan hibridnya sering digunakan sebagai tanaman hias untuk mempercantik daerah perkotaan, taman dan tempat peristirahatan di tepi laut.

Cemara laut dapat dikategorikan sebagai jenis pohon serbaguna atau *Multi Purpose Tree Species*, yaitu jenis pohon yang ditanam untuk memenuhi lebih dari satu manfaat (fungsi) pada suatu areal. Sebagai contoh, petani dapat memanfaatkan baik kayu maupun non kayu dari satu pohon yang sama. Manfaat utama jenis ini berupa kayu yang sangat tinggi kualitasnya sebagai bahan bakar (arang), kayu gelondongan untuk pancang, tonggak dan pagar. Cemara laut mempunyai potensi yang baik sebagai bahan kayu bakar terbaik di dunia (Syamsuwida, 2005). Namun di daerah-daerah yang sangat kekurangan kayu seperti Cina bagian tenggara, kayu dari pohon cemara dapat digunakan untuk tiang rumah dan perabotan sederhana (Dommergues, 1983). Selain itu Cemara laut bisa dimanfaatkan untuk konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, jalur hijau penahan angin dan kayu konstruksi (Syamsuwida, 2005).



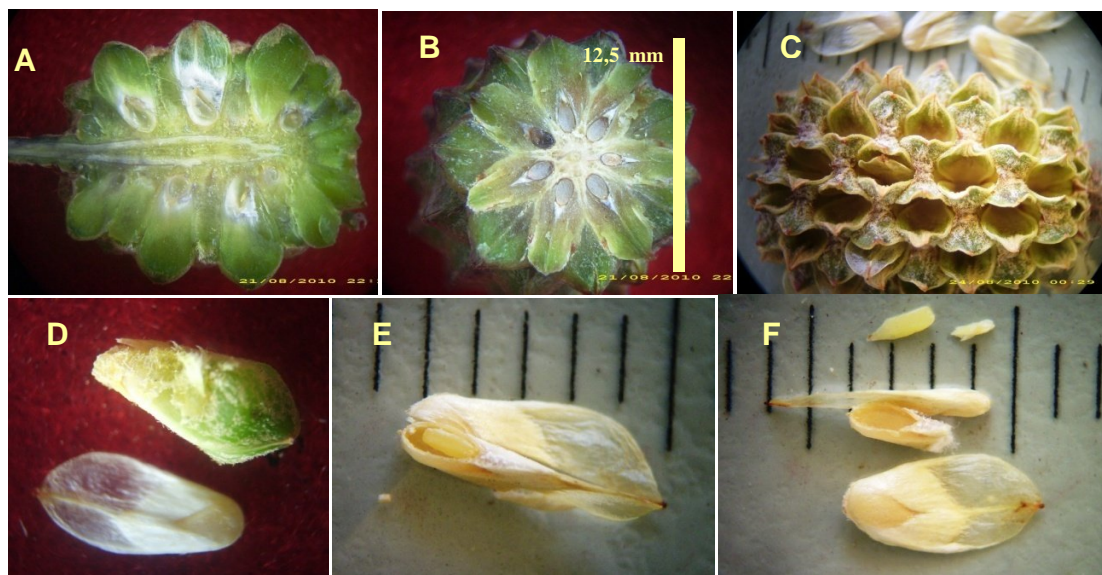
Gambar 1. Morfologi bunga cemara laut. A. Letak bunga pada ranting batang, B. Susunan bunga jantan dan betina, a) bunga jantan b) bunga betina, C. Bakal buah dari bunga yang sudah dibuahi

Buah cemara berkembang dari bakal buah (ovari) yang berbentuk bulat/silindris. Buah cemara laut memiliki rerata diameter 12,5 mm. Buah memiliki ruang (*cone*). Setiap cone berisi 1 biji cemara. Jumlah cone bervariasi antara 17-50 cone, tergantung ukuran buah.



Gambar 2. Buah cemara laut dengan 3 tingkat kematangan buah

Kendala utama yang dihadapi dalam pengembangan hutan pantai adalah belum dikuasainya teknik silvikultur mulai dari pesemaian sampai penanaman. Cemara laut diperbanyak secara konvensional melalui perkembang biakan secara generatif (biji). Biji cemara berukuran kecil dan bersayap, memiliki cadangan makanan yang sedikit, sehingga viabilitas benihnya rendah berkisar 45 % (Nurahmah, 2007). Dalam penanganan pesemaian cemara laut misalnya kesulitan yang dihadapi adalah karena benih cemara yang sangat kecil dan ringan, memiliki embrio yang mudah hilang viabilitasnya. Embrio merupakan calon tanaman baru yang terbentuk dari hasil pembuahan gamet jantan dan betina. Faktor genetik dan lingkungan sangat mempengaruhi kemampuan benih untuk dapat berkecambah. Diantaranya adalah tingkat kemasakan benih.

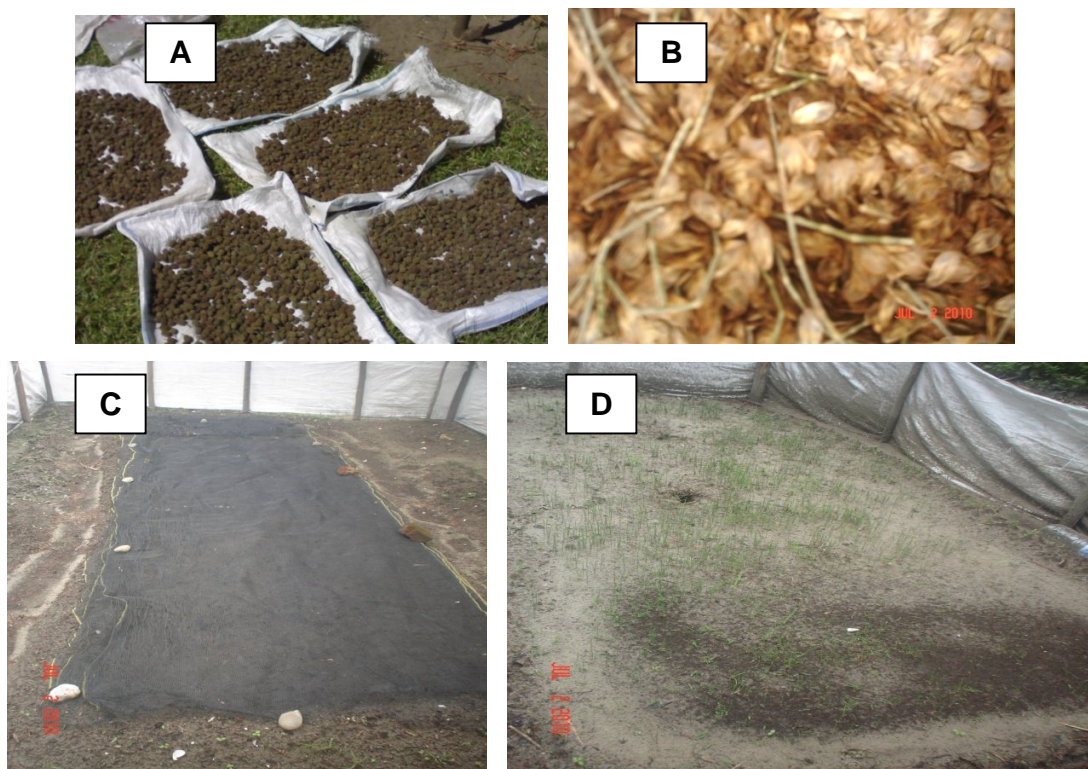


Gambar 3. Morfologi buah dan benih cemara laut. A) potongan membujur buah muda, B) potongan melintang buah muda, C) susunan cone yang berisi benih matang, D) benih cemara laut, E-F) bagian-bagian benih

Pada benih yang belum matang (*immature seeds*), umumnya embrio belum tumbuh sempurna dan cadangan makanan dalam benih belum cukup untuk pertumbuhan embrio (Sutopo, 1985). Beberapa jenis tanaman seperti tomat, benih yang belum matang dapat berkecambah dan memiliki kecambah normal, tetapi tidak memiliki kekuatan tumbuh dan ketahanan seperti benih yang telah matang. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk dapat menyelamatkan embrio yang terdapat

pada benih cemara laut sebagai upaya untuk mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas dan bermanfaat bagi pelestarian kawasan konservasi wilayah pesisir.

Cemara laut ditanam di wilayah pesisir pantai. Syarat tumbuh tanaman cemara laut diantaranya, jenis tanah entisol, iklim tipe B menurut Schmidt dan Ferguson, ketinggian tempat 0 - 155 mdpl. Suhu udara 22,8°C - 32°C, curah hujan rata-rata \pm 1.685 mm/th (Anonimous, 1991 *dalam* Maroeto, *et al.*,2007).



Gambar 4. Persiapan penanaman di lapang. A) penjemuran benih B) Benih yang siap disemai, C) Penanaman di lapang dalam hamparan langsung D) benih mulai berkecambah



Gambar 5. Benih mulai berkecambah (2 mst)



Gambar 6. Pertumbuhan benih pada tahap prenursery.

Faktor yang mempengaruhi pembibitan cemara laut adalah media tanam dan pemupukan. Media tanam yang baik adalah media yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman, tekstur, struktur, serta aerasinya baik, sehingga dapat memberikan pertumbuhan yang optimal bagi tanaman. Pemupukan sangat penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Penggunaan pupuk anorganik lama tersedia bagi tanaman, sedangkan penggunaan pupuk cair cepat diserap dan tersedia bagi tanaman karena diaplikasikan melalui daun.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan pembibitan tanaman cemara laut adalah penggunaan media tanam. Media tanam yang tepat bagi

tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Agoes, 1994). Menurut Susila (2010) media tanam yang baik adalah media yang memiliki kemampuan menyimpan air dan nutrisi tinggi, baik bagi perkembangan mikroorganisme bermanfaat (mikoriza), aerasi optimal (porus), kemampuan menyangga pH tinggi, dan sangat cocok bagi perkembangan perakaran. Sebagai contoh, pada media pembibitan tanaman mengkudu, media yang baik bagi pertumbuhan mengkudu adalah media campuran tanah, pasir, dan kompos. Hal ini dikarenakan peran pasir dan kompos sangat dominan untuk mendorong perkecambahan dan perkembangan bibit. Media pasir dapat menjaga struktur tanah tetap remah dan gembur, sehingga memperlancar pertumbuhan akar dalam menyerap unsur hara (Lendri, 2003).

Selain itu, jenis dan cara pemberian pupuk juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan cemara laut. Pemupukan melalui daun dapat dilakukan dengan cara disemprotkan atau disiramkan pada daun, sehingga dapat langsung diserap oleh tanaman. Menurut Widiastoety *et al* (1993) pemberian pupuk akan lebih efektif bila diberikan melalui daun dibandingkan melalui media. Hal ini disebabkan karena daun mampu menyerap pupuk hingga 90%. Penyemprotan pupuk pada daun akan meningkatkan tekanan turgor daun, sehingga stomata akan membuka dan menyerap cairan pupuk, masuk ke dalam sel kloroplas yang selanjutnya berfungsi dalam fotosintesis dan metabolisme.

Upaya lain yang dilakukan untuk memperoleh tanaman cemara laut bermutu baik adalah dengan cara pemberian hormone atau zat pengatur tumbuh (ZPT). Menurut Widodo (2006) ada 5 tipe ZPT yaitu auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat dan etilen.

Auksin berfungsi untuk merangsang perkecambahan dan pertumbuhan biji, merangsang perakaran stek, cangkok, dan bagian tanaman lainnya dalam usaha memperbanyak tanaman secara vegetatif, merangsang pertumbuhan bibit sambung pucuk (*grafting*), merangsang pertumbuhan buah-buahan, menghambat pertumbuhan tunas tanaman dan gulma (Rismunandar, 1995). Gaspar *et al* (1996) menambahkan bahwa auksin sangat diperlukan dalam pertumbuhan organogenesis termasuk dalam pembentukan akar.

Keberhasilan penggunaan pupuk cair dipengaruhi oleh konsentrasi pupuk yang diberikan. Konsentrasi pupuk cair yang terlalu pekat dapat merusak daun tanaman dan menghambat pertumbuhan tanaman (Kusumo, 1984 *dalam* Betrianingrum, 2007). Agustina (1990) menyatakan bahwa hasil maksimum tercapai pada konsentrasi pupuk cair yang tidak terlalu tinggi. Pada konsentrasi yang tinggi justru akan menurunkan hasil.

Disamping memperbanyak tanaman secara konvensional, tanaman cemara dapat pula diperbanyak dengan teknik non konvensional melalui teknik kultur jaringan tanaman. Teknik kultur jaringan merupakan salah satu alternatif usaha yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan embrio cemara laut dan meningkatkan pertumbuhan *in vitro*. Dengan adanya teknik penanaman dengan cara kultur jaringan (teknik *in vitro*), upaya penyelamatan embrio (*embryo rescue*) dapat dilakukan. Disamping itu dengan penggunaan teknik kultur jaringan, bahan tanam yang dihasilkan akan mempunyai tingkat multiplikasi yang tinggi, materi tanaman yang berkualitas, lebih homogen, secara genetik sama dengan induknya, dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Bhojwani, 1990). Pada dasarnya, teknik *in vitro* merupakan suatu sistem pertumbuhan sel-sel yang belum berdiferensiasi, sehingga berkemampuan menghasilkan tanaman baru (Welsh *et al.*, 1991). Umumnya jaringan-jaringan meristematik, embrionik dan reproduktif merupakan sumber eksplan yang sangat baik dan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk tumbuh dan membentuk organ tanaman. Dengan teknik ini akan memungkinkan menghasilkan bibit tanaman dalam jumlah yang besar dengan kondisi yang relatif seragam. Selain itu waktu dalam penyediaan bibit akan lebih dipersingkat dengan kualitas bibit yang lebih baik.

Proses morfogenesis yang terjadi secara *in vitro* dapat terjadi melalui berbagai cara (Ammirato, 1985). Proses tersebut dapat terjadi secara langsung dari jaringan tanaman (*direct multiplication*) ataupun tidak langsung (*indirect multiplication*) dengan adanya pembentukan kalus dan somatik embrio, yang akhirnya dapat membentuk plantlet yang dapat tumbuh dengan normal. Pembentukan kalus dari jaringan eksplan merupakan sumber inokulum penting untuk meningkatkan multiplikasi dan meregenerasi tanaman baru (Kehr and Schaeffer, 1976).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan dalam kultur jaringan tanaman adalah media tanam (Gunawan, 1988). Media tanam yang digunakan dapat berupa media cair, media semi padat, ataupun media padat. Beberapa modifikasi dapat dilakukan dengan cara mengkulturkan tanaman pada media padat-cair (*double layer*). Pertumbuhan dan perkembangan kultur sangat ditentukan oleh bentuk fisik media (Razdan, 1993; Marlin, 2001). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jaringan tanaman dapat dikulturkan pada media padat (dengan penambahan agar) maupun media cair (Wetler and Constasael, 1991). Pemberian bahan pemadat ditujukan untuk menunjang pertumbuhan tanaman sehingga tanaman yang dihasilkan secara *in vitro* dapat tumbuh sempurna, dengan arah pertumbuhan pada dua arah polar yang berlawanan. Umumnya bahan pemadat yang digunakan adalah agar. Penggunaan agar sebagai bahan pemadat memiliki beberapa keuntungan, diantaranya 1) agar membeku pada suhu kurang dari 45°C dan mencair pada suhu 100°C, 2) tidak dicerna oleh enzim tanaman, 3) tidak bereaksi dengan persenyawaan penyusun media (Gunawan, 1988). Hasil penelitian Cutter (1971) menunjukkan bahwa pada beberapa spesies yang dikulturkan pada medium cair atau semi padat menyebabkan daun tanaman mempunyai kandungan lilin yang rendah dengan morfologi yang mirip daun tanaman air. Selanjutnya hasil penelitian Deberg *et al.* (1981) pada tanaman arthicoke (*Cynara colymus*) menunjukkan pula bahwa anatomi dan morfologi daun menjadi abnormal bila dikulturkan pada media cair atau semi padat.

Selain itu, untuk menunjang proses diferensiasi maupun inisiasi, beberapa komponen esensial ditambahkan ke dalam media kultur. Umumnya media kultur terdiri dari komposisi hara makro, hara mikro, vitamin, sukrosa, asam amino dan N organik, persenyawaan kompleks alamiah, buffer, arang aktif dan zat pengatur tumbuh (Gunawan, 1988). Penggunaan zat pengatur tumbuh, auksin dan sitokinin, dan komponen-komponen lain dalam media juga sangat berperan dalam pembentukan dan penentuan proses morfogenesis (Krikorian, 1982). Pemberian zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin umumnya ditujukan untuk menstimulasi dan meningkatkan proses organogenesis *in vitro*. Dengan adanya pemberian auksin dan sitokinin sangat mempengaruhi proses pembelahan sel (Skoog dan Miller,

1957). Tran Thanh Van and Trinh (1990) lebih jauh menyatakan bahwa suplai auksin dan sitokinin secara eksogen sangat mempengaruhi morfogenesis sejalan dengan laju metabolismenya. Pemberian auksin yang dikombinasikan dengan pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang lebih tinggi (1 : 10) memacu pertumbuhan dan proliferasi tunas, walaupun tunas yang terbentuk cenderung pendek, tebal dan multiplikasi rendah (Ma *et al.*, 1994). Pemberian sitokinin dalam media dalam bentuk BAP dapat mendorong multiplikasi tunas jahe *in vitro* (Marlin, 2000). Efektifitas konsentrasi BAP sangat berbeda dalam merangsang pembentukan tunas pada masing-masing tanaman yang ditanam secara *in vitro*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan pula bahwa berbagai perlakuan dapat dilakukan untuk meningkatkan jumlah tunas dan akar *in vitro*. Peningkatan kualitas perakaran salak dapat dilakukan dengan dilakukan dengan *hardening in vitro* dengan cara melakukan pemotongan akar, memodifikasi konsentrasi sukrosa dan penggunaan arang aktif (Gardner *et al.*, 1985; Gunawan, 1988; Katuuk, 1989). Adanya penambahan sukrosa dalam media berfungsi sebagai sumber energi dan untuk keseimbangan tekanan osmotik media (George dan Sherrington, 1984). Menurut Thorpe (1982), pati dan gula bebas merupakan sumber energi yang berguna untuk morfogenesis, karena bahan ini dapat meningkatkan respirasi dan meningkatkan kerja enzim dalam oksidasi serta mempercepat perombakan glukosa. Dalam proses respirasi sukrosa (gula) juga diubah menjadi bahan-bahan struktural, metabolik, energi translokasi dan transport nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Lebih jauh Salysbury and Ross (1985) menjelaskan bahwa tahap pertama dalam respirasi adalah glikolisis (pemecahan gula), fungsinya adalah untuk memproduksi ATP yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, menurut Kubota dan Kozai (1995) bahwa penambahan sukrosa ini sangat diperlukan selama proses penyimpanan secara *in vitro*. Besarnya peranan gula dalam media menyebabkan gula merupakan komponen yang selalu ditambahkan dalam media, kecuali dalam media untuk tujuan yang spesifik (Gunawan, 1988). Menurut Wilson *et al.* (1998) penambahan 2% sukrosa pada medium dapat meningkatkan berat kering dan luas daun serta dapat memelihara kualitas bibit selama masa penyimpanan. Proses

diferensiasi secara *in vitro* sangat bergantung pada suplai sukrosa dalam media (Moncousin, 1991).

Keberhasilan teknik *in vitro* ini masih harus dibuktikan lagi dengan adanya keberhasilan hasil kultur untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan *in vivo*. Kendala utama sulitnya menumbuhkan hasil kultur di lapangan dapat diatasi dengan perlakuan pada tahap aklimatisasi. Perlakuan yang kurang tepat selama tahap ini menyebabkan terbentuknya organ tanaman yang abnormal. Adanya kelembaban yang tinggi dalam media kultur seringkali mengakibatkan terbentuknya akar-akar palsu (*glassy root*) yang bila dipindahkan ke lapangan mudah busuk dan tidak mampu bertahan.

Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis media tanam dan perendaman dalam larutan IBA yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada peubah saat benih berkecambah. Pengaruh perendaman dalam IBA memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada peubah tinggi tanaman. Sedangkan perlakuan jenis media tanam memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap persentase tumbuh benih, saat benih berkecambah dan tinggi tanaman. Persentase pertumbuhan benih tertinggi diperoleh pada media pasir (86,5 %) dibandingkan dengan media pasir : kompos (67,3%), ataupun media kompos (70,5%) (Marlin, dkk., 2010). Dengan demikian sangatlah penting dilakukan penelitian lanjutan untuk menghasilkan bibit cemara laut yang siap untuk ditransplanting ke lapang.

Proses morfogenesis yang terjadi secara *in vitro* dapat terjadi melalui berbagai cara (Ammirato, 1985). Proses tersebut dapat terjadi secara langsung dari jaringan tanaman (*direct multiplication*) ataupun tidak langsung (*indirect multiplication*) dengan adanya pembentukan kalus dan somatik embrio, yang akhirnya dapat membentuk plantlet yang dapat tumbuh dengan normal. Pembentukan kalus dari jaringan eksplan merupakan sumber inokulum penting untuk meningkatkan multiplikasi dan meregenerasi tanaman baru (Kehr and Schaeffer, 1976).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan dalam kultur jaringan tanaman adalah media tanam (Gunawan, 1988). Media tanam yang digunakan dapat berupa media cair, media semi padat, ataupun media padat. Beberapa

modifikasi dapat dilakukan dengan cara mengkulturkan tanaman pada media padat-cair (*double layer*). Pertumbuhan dan perkembangan kultur sangat ditentukan oleh bentuk fisik media (Razdan, 1993; Marlin, 2001). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jaringan tanaman dapat dikulturkan pada media padat (dengan penambahan agar) maupun media cair (Wetler and Constasael, 1991). Pemberian bahan pemadat ditujukan untuk menunjang pertumbuhan tanaman sehingga tanaman yang dihasilkan secara *in vitro* dapat tumbuh sempurna, dengan arah pertumbuhan pada dua arah polar yang berlawanan. Umumnya bahan pemadat yang digunakan adalah agar. Penggunaan agar sebagai bahan pemadat memiliki beberapa keuntungan, diantaranya 1) agar membeku pada suhu kurang dari 45°C dan mencair pada suhu 100°C, 2) tidak dicerna oleh enzim tanaman, 3) tidak bereaksi dengan persenyawaan penyusun media (Gunawan, 1988). Hasil penelitian Cutter (1971) menunjukkan bahwa pada beberapa spesies yang dikulturkan pada medium cair atau semi padat menyebabkan daun tanaman mempunyai kandungan lilin yang rendah dengan morfologi yang mirip daun tanaman air. Selanjutnya hasil penelitian Deberg *et al.* (1981) pada tanaman arthicoke (*Cynara colymus*) menunjukkan pula bahwa anatomi dan morfologi daun menjadi abnormal bila dikulturkan pada media cair atau semi padat.

Selain itu, untuk menunjang proses diferensiasi maupun inisiasi, beberapa komponen esensial ditambahkan ke dalam media kultur. Umumnya media kultur terdiri dari komposisi hara makro, hara mikro, vitamin, sukrosa, asam amino dan N organik, persenyawaan kompleks alamiah, buffer, arang aktif dan zat pengatur tumbuh (Gunawan, 1988). Penggunaan zat pengatur tumbuh, auksin dan sitokinin, dan komponen-komponen lain dalam media juga sangat berperan dalam pembentukan dan penentuan proses morfogenesis (Krikorian, 1982). Pemberian zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin umumnya ditujukan untuk menstimulasi dan meningkatkan proses organogenesis *in vitro*. Dengan adanya pemberian auksin dan sitokinin sangat mempengaruhi proses pembelahan sel (Skoog dan Miller, 1957). Tran Thanh Van and Trinh (1990) lebih jauh menyatakan bahwa suplai auksin dan sitokinin secara eksogen sangat mempengaruhi morfogenesis sejalan dengan laju metabolismenya. Pemberian auksin yang dikombinasikan dengan

pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang lebih tinggi (1 : 10) memacu pertumbuhan dan proliferasi tunas, walaupun tunas yang terbentuk cenderung pendek, tebal dan multiplikasi rendah (Ma *et al.*, 1994). Pemberian sitokinin dalam media dalam bentuk BAP dapat mendorong multiplikasi tunas jahe *in vitro* (Marlin, 2000). Efektifitas konsentrasi BAP sangat berbeda dalam merangsang pembentukan tunas pada masing-masing tanaman yang ditanam secara *in vitro*.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan pula bahwa berbagai perlakuan dapat dilakukan untuk meningkatkan jumlah tunas dan akar *in vitro*. Peningkatan kualitas perakaran salak dapat dilakukan dengan dilakukan dengan *hardening in vitro* dengan cara melakukan pemotongan akar, memodifikasi konsentrasi sukrosa dan penggunaan arang aktif (Gardner *et al.*, 1985; Gunawan, 1988; Katuuk, 1989). Adanya penambahan sukrosa dalam media berfungsi sebagai sumber energi dan untuk keseimbangan tekanan osmotik media (George dan Sherrington, 1984). Menurut Thorpe (1982), pati dan gula bebas merupakan sumber energi yang berguna untuk morfogenesis, karena bahan ini dapat meningkatkan respirasi dan meningkatkan kerja enzim dalam oksidasi serta mempercepat perombakan glukosa. Dalam proses respirasi sukrosa (gula) juga diubah menjadi bahan-bahan struktural, metabolik, energi translokasi dan transport nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Lebih jauh Salysbury and Ross (1985) menjelaskan bahwa tahap pertama dalam repirasi adalah glikolisis (pemecahan gula), fungsinya adalah untuk memproduksi ATP yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Selanjutnya, menurut Kubota dan Kozai (1995) bahwa penambahan sukrosa ini sangat diperlukan selama proses penyimpanan secara *in vitro*. Besarnya peranan gula dalam media menyebabkan gula merupakan komponen yang selalu ditambahkan dalam media, kecuali dalam media untuk tujuan yang spesipik (Gunawan, 1988). Menurut Wilson *et al.* (1998) penambahan 2% sukrosa pada medium dapat meningkatkan berat kering dan luas daun serta dapat memelihara kualitas bibit selama masa penyimpanan. Proses diferensiasi secara *in vitro* sangat bergantung pada suplai sukrosa dalam media (Moncousin, 1991).

Keberhasilan teknik *in vitro* ini masih harus dibuktikan lagi dengan adanya keberhasilan hasil kultur untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan *in vivo*. Kendala utama sulitnya menumbuhkan hasil kultur di lapangan dapat diatasi dengan perlakuan pada tahap aklimatisasi. Perlakuan yang kurang tepat selama tahap ini menyebabkan terbentuknya organ tanaman yang abnormal. Adanya kelembaban yang tinggi dalam media kultur seringkali mengakibatkan terbentuknya akar-akar palsu (*glassy root*) yang bila dipindahkan ke lapangan mudah busuk dan tidak mampu bertahan.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tahun kedua ini adalah :

1. Dapat meningkatkan pertumbuhan immature seeds secara *in vitro*
2. Dapat memproduksi benih cemara laut yang adaptif dan bermutu tinggi sebagai bahan tanam berkualitas sehingga dapat membantu mengatasi upaya konservasi dan pelestarian lingkungan pesisir pantai Bengkulu
3. Dapat melakukan upaya pelestarian kawasan konservasi wilayah Taman Wisata Pantai Panjang kota Bengkulu dengan melakukan penanaman dengan tanaman cemara laut.

3.2 Manfaat Penelitian

Propinsi Bengkulu termasuk dalam kawasan pesisir barat Sumatera dengan daerah pesisir pantai yang cukup luas. Ditinjau dari kondisi geografisnya, letak pantai Bengkulu berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Semua perubahan alam seperti tingginya gelombang dan hempasan angin berpengaruh sangat besar terhadap perubahan iklim kawasan pesisir kota Bengkulu. Terbukti dengan semakin berkurangnya luas daratan pesisir akibat abrasi, kenaikan suhu, dan perubahan kualitas lingkungan hidup. Dengan melihat kondisi tersebut, sangat penting dilakukan upaya-upaya yang dapat menyelamatkan dan mengembalikan fungsi hutan di kawasan pesisir pantai untuk mengurangi bahaya yang ditimbulkan akibat perubahan lingkungan pesisir. Upaya konservasi ditujukan agar sumber daya alam hayati dan ekosistemnya selalu terpelihara dan lestari secara seimbang. Penanaman kawasan pesisir dengan tanaman yang kokoh mampu menahan hempasan angin dan gelombang laut. Selain itu, pembangunan hutan di kawasan taman wisata pantai juga dilakukan dengan memilih jenis tanaman sesuai dan memiliki nilai estetika dan keindahan.

Melalui penelitian ini diharapkan akan menjadi *scientific frontier* yang mampu memberikan kontribusi bagi penyediaan benih cemara laut yang berkualitas untuk bahan penanaman hutan pantai di pesisir kota Bengkulu khususnya, serta dapat mendukung kebijaksanaan perbenihan nasional umumnya. Diharapkan pula penelitian ini dapat ikut memberdayakan masyarakat di kawasan konservasi pesisir kota Bengkulu dengan ikut serta menggalakkan penanaman cemara laut. Disamping itu, kegiatan pelaksanaan penelitian dapat mempercepat penyelesaian tugas akhir mahasiswa Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi. Dengan penelitian ini mahasiswa akan lebih mampu mengaplikasikan teori-teori yang mereka dapatkan melalui perkuliahan dan lebih meningkatkan ketrampilan dan mengembangkan daya nalar mereka terhadap pemecahan suatu masalah, khususnya untuk menjaga pelestarian lingkungan pesisir pantai Kota Bengkulu.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Kegiatan Penelitian Tahun Kedua

Kegiatan penelitian pada tahun Kedua terdiri dari 2 tahap penelitian

Tahap 1. Perbanyak secara Konvensional

1. *Penggunaan Media Tanam dan 6-indole butiric acid (IBA) pada benih*

Penelitian dilakukan dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua factor. Faktor pertama adalah media tanam yang terdiri dari 3 jenis media, yaitu media pasir (M_1), pasir : pupuk kompos dengan perbandingan 1:1 (M_2), dan kompos (M_3). Factor kedua adalah konsentrasi perendaman IBA yang terdiri dari 4 taraf konsentrasi, yaitu tanpa perendaman (I_0), perendaman IBA 50 ppm (I_1), perendaman IBA 100 ppm (I_2), dan perendaman IBA 150 ppm (I_3). Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 ulangan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 2 pot yang berisi 25 tanaman.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam berupa benih cemara laut. Benih yang terpilih selanjutnya disemaikan ke dalam pot yang telah berisi media semai. Perlakuan yang diberikan sebelum biji disemai terlebih dahulu biji direndam kedalam larutan IBA sesuai dengan perlakuan. Lama perendaman 10 menit untuk setiap perlakuan.

Masing-masing media perlakuan dimasukkan ke dalam pot plastik berdiameter 25 cm dengan kedalaman pot 30 cm. Kemudian pot-pot ini ditempatkan di atas rak kayu didalam rumah kaca dan disiram untuk menjaga kelembaban media. Penanaman dilakukan dengan cara memasukkan biji kedalam media semai menggunakan pinset dengan kedalaman lobang 2 cm. Kedalam setiap pot dimasukkan 25 biji cemara laut dengan jarak 2,5 cm x 2,5 cm.

Pemeliharaan dilakukan setiap hari dengan cara menyiram pot yang berisi media semai menggunakan gembor setiap pagi dan sore hari. Penyiangkan dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan jika telah terdapat gulma

yang tumbuh di media tersebut agar tidak mengganggu pertumbuhan cemara laut. Penggunaan pestisida digunakan untuk memberantas hama jika dalam pengendalian manual tidak lagi berhasil mengendalikannya. Pestisida yang digunakan adalah Curacron untuk memberantas hama kutu putih.

Peubah pengamatan meliputi 1) Persentase Tumbuh Benih, 2) Saat Benih Berkecambah, 3) Persentase Benih Normal, 4) Tinggi Tanaman, 5) Panjang Akar, 6) Jumlah cabang Primer, dan 7) Jumlah Cabang Sekunder.

Data pengamatan selanjutnya dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varian dengan taraf 5 %, bila terdapat perbedaan yang nyata pada media tanam akan dilakukan uji lanjut BNT. Untuk mendapatkan konsentrasi yang optimum dalam pemberian larutan IBA digunakan analisis Polinomial Orthogonal.

2. Perbaikan pertumbuhan bibit pada beberapa jenis media dan pemberian pupuk

Penelitian dilakukan dengan menggunakan benih hasil perkecambahan yang telah berumur 4 mst. Persemaian dilakukan pada petakan berukuran 2 m x 1.5 m dengan media persemaian pasir. Persemaian dilakukan dengan cara menaburkan benih cemara secara merata di atas permukaan pasir dan kemudian menutupnya dengan pasir. Penyiraman pada persemaian dilakukan 1 kali sehari dan persemaian dilakukan selama 2 bulan. Benih dipelihara untuk memacu dan meningkatkan pertumbuhan benih. Benih ditanam dalam polibag dengan diameter 10 cm.

Penelitian ini disusun dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah komposisi media tanam yang terdiri dari 3 jenis yaitu, media pasir, media pasir : pupuk kompos (1:1), dan media pupuk kompos. Faktor kedua adalah pemberian pupuk cair '*Bio Alam*' yang terdiri dari 4 taraf yaitu, tanpa pupuk, pupuk 2 g. L⁻¹, pupuk 4 g. L⁻¹, dan pupuk 6 g. L⁻¹. Masing-masing tanaman ditanam di dalam polibag dengan setiap perlakuan terdiri dari 5 tanaman. Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan, sehingga diperoleh 180 tanaman.

Media tanam dibuat sesuai dengan komposisi perlakuan. Media tanam yang digunakan adalah, pasir pantai, media campuran antara pasir : kompos dengan perbandingan 1:1, dan kompos. Untuk perlakuan media tunggal pasir dan kompos 10 setelah ditimbang sesuai takaran media tersebut dimasukkan ke dalam polibag. Sedangkan untuk media campuran pasir dan kompos, masing-masing media ditimbang sesuai takaran, kemudian diaduk, dan dimasukkan ke dalam polibag.

Bibit yang digunakan adalah bibit yang berasal dari persemaian yang telah berumur 4 mst. Bibit yang digunakan adalah bibit yang secara fisik sehat memiliki \pm 2 cabang dan tinggi bibit berkisar 4-5 cm. Bibit ditanam dalam polibag yang sebelumnya media tanam dilubangi sedalam 3-4 cm. Penyulaman bertujuan untuk mengganti tanaman yang mati atau tidak normal pertumbuhannya, penyulaman ini dilakukan setelah satu minggu penanaman. Pupuk yang digunakan adalah pupuk cair Bio Alam dengan kandungan hara sebagai berikut :

Tabel 1. Kandungan Hara Pupuk Cair Bio Alam

| Hara Makro (%) | Hara Mikro (ppm) |
|---|------------------|
| kadar N (total) 16.900 | Fe 0.01 |
| kadar P ₂ O ₅ 3.960 | Cu 1.42 |
| kadar K ₂ O 7.170 | Zn 36.92 |
| kadar S 12.300 | Al 70.37 |
| | Mn 7.08 |
| | Pb 0.1 |
| | Mo 0.2 |

Sebelum dilakukan pemupukan pupuk cair *Bio Alam* dilarutkan sesuai dengan perlakuan dalam satu liter air. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara menyirami pada semua bagian tanaman sesuai perlakuan. Volume pemberian pupuk sebanyak 100 ml/tanaman. Pemupukan dilakukan pada saat tanaman berumur 2 bulan dan diulang setiap dua minggu sekali, dari minggu ke 1 sampai minggu ke 9. Penyiraman dilakukan dengan maksud untuk menjaga ketersediaan air bagi tanaman dan menjaga kelembaban media. Penyiraman pada saat persemaian dilakukan 2 hari sekali sedangkan pada benih yang sudah ditanam pada polibag penyiraman disesuaikan dengan kondisi kering atau basah media.

Penyiangan dilakukan apabila rumput/gulma sudah tumbuh pada media tanaman dengan tujuan agar bibit tidak terganggu pertumbuhannya.

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi : 1) Persentase hidup tanaman, 2) Tinggi tanaman (cm), 3) Jumlah cabang, 4) Diameter Batang, 5) Bobot basah atas tanaman (g), 6) Bobot basah bawah tanaman (g), 7) Bobot kering atas tanaman (g), 8) Bobot kering akar tanaman (g), dan 9) Jumlah akar primer.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan analisis varian pada taraf 5 %. Jika berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT untuk media dan uji Polinomial Orthogonal untuk pupuk cair pada taraf 5 %.

3. *Transplanting ke lapang*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tanaman yang berasal dari tahap pembibitan (*nursery*) yang telah berumur 10 bulan di pembibitan. Tanaman yang siap ditransplanting dicirikan dengan pertumbuhan batang yang kokoh dan kuat, memiliki percabangan yang baik, serta kanopi yang lebat. Tanaman ditanamkan ke lapang di beberapa lokasi di sepanjang kawasan konservasi Taman Wisata Pantai Panjang Bengkulu. Penanaman dilakukan dengan cara membuat lubang tanam 30 x 30 x 30 cm. Kedalam lubang tanam ditambahkan pupuk kandang 5 kg/lubang tanam. Penanaman dilakukan dengan jarak 3 m antar lubang tanam. Tidak ada perlakuan yang diberikan pada saat transplanting. Pemeliharaan dan perawatan tanaman dilakukan dengan melakukan penyiraman tanaman bila tidak terjadi hujan.

Tahap 2. Perbanyakan secara Non-Konvensional

Kultur Aseptik Immature Seeds

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam yang berasal dari buah cemara yang belum matang. Buah berasal dari induk cemara yang ditanam di lapang. Buah dikeringkan dan dikeluarkan bijinya secara hati-hati. Selanjutnya *immature seeds* disterilisasi secara aseptik dengan menggunakan NaOCl 20 %.

Selanjutnya biji direndam dalam *Tween-80* selama 10 menit. Di dalam *laminar airflow cabinet*, biji dibilas dengan menggunakan air steril sebanyak 3 kali. Biji yang telah sterili, selanjutnya ditanamkan pada media tanam sesuai perlakuan.

Media kultur yang digunakan adalah media MS (Murashige and Skoog, 1962), dengan penambahan 30 % sukrosa dan 7 % agar powder serta 2 g/L arang aktif. pH media ditetapkan menjadi 5.8 dengan menggunakan digital pH meter sebelum sterilisasi. Media dimasukkan ke dalam botol kultur sebanyak 20 ml/botol. Sterilisasi media dilakukan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 20 menit. Penanaman eksplan dilakukan di dalam *laminar airflow cabinet* secara aseptik pada media tanam sesuai perlakuan. Setiap botol kultur terdiri dari lima eksplan sesuai perlakuan. Pemeliharaan dilakukan dengan meletakkan botol kultur yang telah ditanami pada ruang kultur dengan suhu 18-20°C dengan 16 jam penyinaran.

Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati persentase tumbuh eksplan, saat berkecambah, tinggi tunas, persentase pembentukan tunas, jumlah tunas/eksplan, persentase pembentukan planlet, dan jumlah planlet. Data hasil pengamatan dilakukan analisis dengan menggunakan analisis keragaman pada taraf 5 %. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Orthogonal polynomial 5 %.

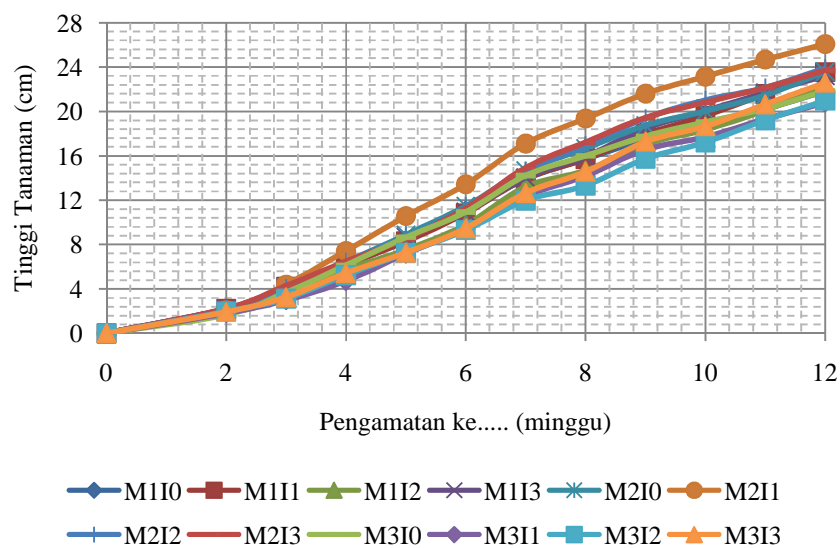
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pertumbuhan Benih secara Konvensional

5.1.1 Pengaruh Media Tanam dan Konsentrasi IBA pada Pertumbuhan Benih

Perlakuan pupuk kompos, pasir, kombinasi pupuk kompos+pasir, dan pemberian IBA pada berbagai taraf menunjukkan pertambahan tinggi tanaman cemara laut yang berbeda. Rerata pertambahan tinggi tanaman cemara laut akibat pemberian perlakuan tersebut selalu meningkat mengikuti waktu dan lebih lengkap disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh media tanam dan konsentrasi IBA terhadap pertambahan tinggi tanaman cemara laut.

Rata-rata pertambahan tinggi tanaman cemara laut selalu meningkat tiap minggu yaitu dari minggu pertama sampai minggu ke 12. Perlakuan kompos dengan dosis IBA 50 ppm memberikan rata-rata pertambahan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lain.

Hasil analisis keragaman pengaruh jenis media konsentrasi IBA terhadap pertumbuhan tanaman cemara laut disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Rangkuman Nilai F hitung pengaruh jenis media dan konsentrasi IBA terhadap pertumbuhan cemara laut.

| Peubah | Nilai F hitung | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | Jenis Media | Konsentrasi IBA | Interaksi |
| 1. Persentase Tumbuh Benih | 2,432 ^{ns} | 0,508 ^{ns} | 1,751 ^{ns} |
| 2. Persentase Benih Normal | 0,505 ^{ns} | 1,411 ^{ns} | 1,803 ^{ns} |
| 3. Saat Benih Berkecambah | 3,149 ^{ns} | 0,2515 ^{ns} | 1,330 ^{ns} |
| 4. Tinggi Tanaman | 3,663 * | 0,164 ^{ns} | 0,432 ^{ns} |
| 5. Jumlah Cabang Primer | 8,201 * | 0,323 ^{ns} | 0,798 ^{ns} |
| 6. Panjang Akar | 23,115 * | 4,029 * | 1,335 ^{ns} |
| 7. Jumlah cabang Sekunder | 11,494 * | 2,656 ^{ns} | 0,904 ^{ns} |

Keterangan : * berbeda nyata pada uji F 5%
^{ns} berbeda tidak nyata pada uji F 5%.

Jenis media menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, panjang akar, jumlah cabang sekunder. Konsentrasi IBA menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap panjang akar. Sedangkan interaksi antara jenis media dan konsentrasi IBA menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap variabel pertumbuhan (Tabel 2).

Hasil uji lanjut dengan BNT pada taraf 5% terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, panjang akar dan jumlah cabang sekunder disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut.

| Peubah Pengamatan | Perlakuan | | |
|------------------------|-----------|---------|--------------|
| | Pasir | Kompos | Pasir+Kompos |
| Tinggi Tanaman | 23.41 ab | 21.55 b | 24.31 a |
| Jumlah cabang primer | 14.55 b | 22.52 a | 21.83 a |
| Panjang Akar | 9.58 a | 6.97 b | 10.75 a |
| Jumlah cabang sekunder | 11.48 b | 14.88 b | 25.02 a |

Keterangan : angka yang diikuti notasi yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Media semai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam perkecambahan benih. Menurut Utami *et al* (2005) perkecambahan biji dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni faktor dalam (ketuaan biji dan sifat biji) dan faktor luar seperti (media semai, air dan cahaya), media yang baik untuk persemaian adalah yang mempunyai tekstur yang gembur serta memiliki daya ikat air yang kuat.

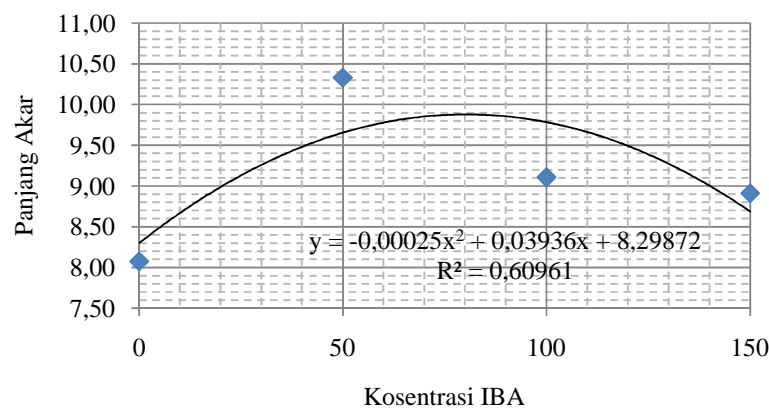
Rerata tinggi tanaman, jumlah cabang primer, panjang akar, dan jumlah cabang sekunder lebih tinggi pada perlakuan komposisi campuran media+pasir dibandingkan pada perlakuan pasir dan kompos. Tinggi tanaman pada media pasir+kompos menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan terhadap tinggi tanaman pada media kompos, tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan media pasir.

Media tanam juga mempengaruhi pertumbuhan cemara laut yang biasanya menggunakan media pasir, akan tetapi dalam penggunaannya media pasir kurang baik digunakan untuk persemaian cemara laut karena media pasir mempunyai porositas yang besar dan tidak dapat menyerap air dengan baik tetapi hanya dapat meneruskannya saja (Suwandi, 2008).

Keberadaan media semai ikut berperan dalam menentukan tingkat kelembaban dan besarnya suplai oksigen disekitar benih dalam mempercepat proses pecahnya kulit biji yang selanjutnya diikuti oleh perkecambahan. Selain itu media juga berperan sebagai penentu kesehatan bibit sehingga melalui treatment

media yang baik, seperti perlakuan sterilisasi yang tepat terhadap media semai sebelum digunakan akan mampu mencegah dan menekan munculnya jamur perusak/pembusuk akar (Gemha, 2011).

Hasil analisis keragaman dengan menggunakan sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi IBA berpengaruh nyata terhadap panjang akar cemara laut. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Winarsih dan Priyono, (2000) yang menyatakan bahwa konsentrasi IBA berpengaruh nyata terhadap pengakaran tunas mikro asparagus. Uji lanjut dengan menggunakan uji polinomial orthogonal menunjukkan bahwa konsentrasi IBA berpengaruh positif terhadap panjang akar dengan bentuk model kuadratik. Pengaruh konsentrasi IBA terhadap pertambahan jumlah akar cemara laut disajikan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi IBA terhadap panjang akar cemara laut.

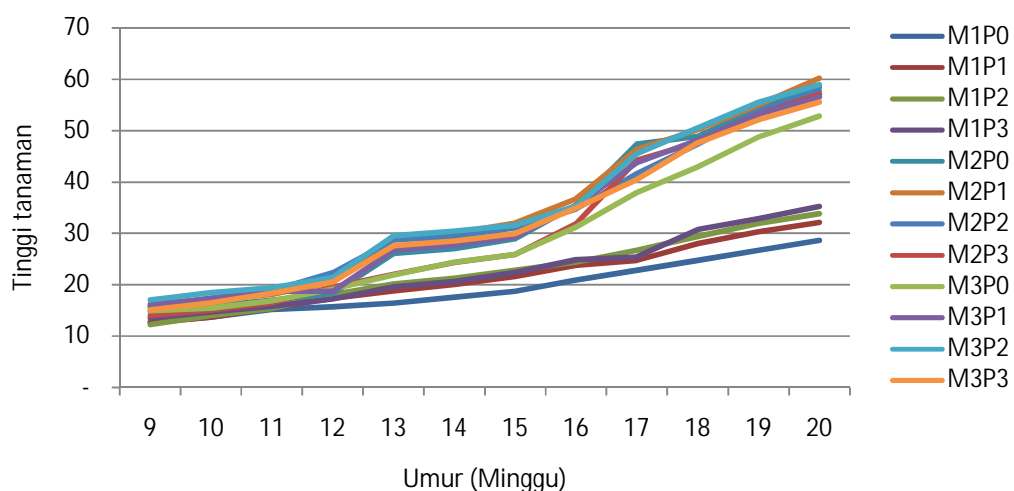
Senyawa-senyawa indole yaitu IPA (*indole-3-propanic acid*) maupun IBA (*indole-3-butyric acid*) terbukti aktif dan digunakan sebagai ZPT perakaran (Wattimena, 1992). IBA mempunyai sifat yang lebih baik dan efektif dari pada IAA (*indole acetic acid*) dan NAA (*naptalene acetic acid*). Dengan demikian IBA paling cocok untuk merangsang aktifitas perakaran, karena kandungan kimianya lebih stabil dan daya kerjanya lebih lama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi IBA berpengaruh positif terhadap panjang akar cemara (Gambar 8). Semakin tinggi konsentrasi IBA yang

digunakan maka semakin panjang akar tanaman cemara laut tersebut. Hal ini terjadi karena konsentrasi IBA yang rendah belum cukup merangsang pertumbuhan akar. Hasil uji lanjut dengan menggunakan polynomial orthogonal menunjukkan bahwa konsentrasi IBA berpengaruh positif terhadap pertambahan panjang akar sampai pada konsentrasi optimum sebesar 78,72 ppm, selanjutnya penambahan konsentrasi IBA di atas konsentrasi optimum tersebut menyebabkan menurunnya panjang akar cemara laut (Gambar 8). Hal ini sejalan dengan penelitian Lukiarti *et al* (1996), bahwa penggunaan IBA pada konsentrasi 50-150 ppm dengan perendaman selama 5 detik pada bibit manggis (*Garcinia mangostana* L.) umur 5 bulan hanya dapat berpengaruh terhadap jumlah akar.

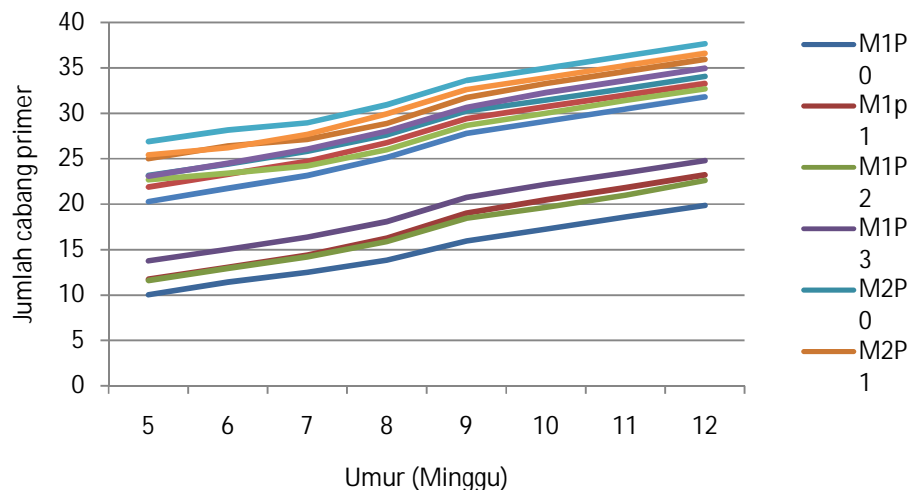
5.1.2 Pertumbuhan Benih pada Beberapa Jenis Media dan Pemberian Pupuk Cair

Pertumbuhan benih cemara laut setelah diberi perlakuan berupa pupuk cair terlihat adanya perbedaan untuk setiap perlakuan. Selama penelitian berlangsung terdapat gulma daun lebar yang tumbuh disekitar media tanam, pengendalian dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh disekitar media tanam. Pengaruh pemberian perlakuan media tanam dengan pupuk cair hingga umur 20 minggu dapat disajikan pada Gambar 9.



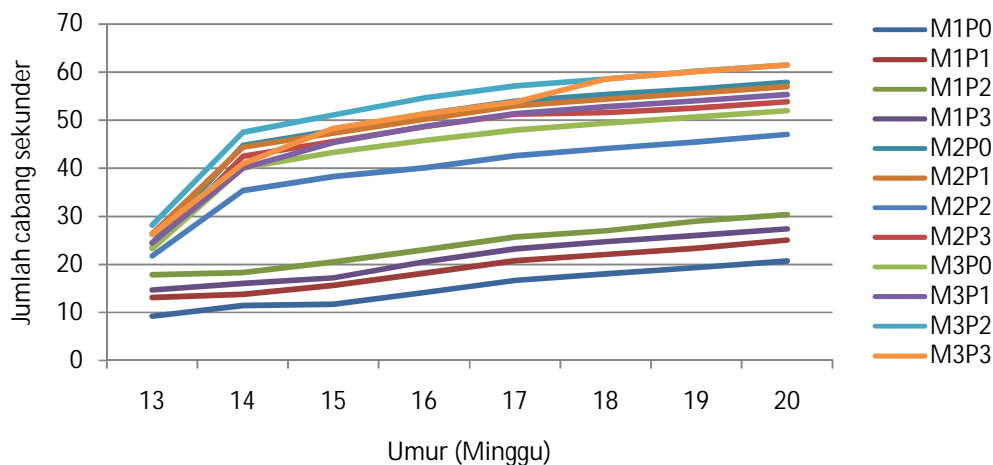
Gambar 9. Pengaruh media tanam dan konsentrasi pupuk cair terhadap tinggi tanaman cemara laut hingga minggu ke 20

Pada Gambar 9 terlihat bahwa tinggi tanaman benih cemara laut dari minggu ke sembilan sampai minggu ke 20 untuk semua perlakuan terus bertambah setiap minggu. Hal ini sesuai dengan penelitian Nahampun (2009) pada tanaman kakao, bahwa pertambahan tinggi tanaman bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) pertumbuhan adalah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran tanaman. Pertumbuhan ujung tanaman akan cenderung menghasilkan pertambahan panjang (tinggi tanaman). Tinggi tanaman terbaik adalah pada perlakuan M2P1 yaitu perlakuan media pasir : kompos dan pupuk cair pada taraf 2 g/l dan terendah pada perlakuan M1P0, yaitu perlakuan media pasir dan tanpa pemberian pupuk cair.



Gambar 10. Jumlah cabang primer dari minggu ke 13 hingga minggu ke 20

Pada Gambar 10 terlihat jumlah cabang primer setiap minggunya semakin bertambah. jumlah cabang yang tertinggi adalah pada perlakuan M3P2 yaitu perlakuan media kompos dan konsentrasi pupuk cair pada taraf 4 g/l, hingga minggu ke 20 jumlah cabang mencapai 37,67. Sedangkan jumlah cabang terendah pada perlakuan M1P0, yaitu perlakuan media pasir dan tanpa pemberian pupuk cair, hingga minggu ke 20 hanya mencapai 19,87 cabang.



Gambar 11. Pertumbuhan jumlah cabang sekunder cemara laut

Cabang sekunder tanaman cemara laut tumbuh setelah cabang primer muncul. Jumlah cabang sekunder tertinggi adalah pada perlakuan M3P2 atau pada perlakuan media kompos dan konsentrasi pupuk cair pada taraf 4g/l, hingga minggu ke 20 rata – rata cabang sekunder berjumlah 61,47, dan jumlah cabang sekunder terendah pada perlakuan M1P0, yaitu perlakuan mediapasir dan tanpa pemberian pupuk cair, hingga minggu ke 20 jumlah cabang sekunder hanya mencapai 20,67. Dari pola pertumbuhan di atas baik pola pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang sekunder terlihat adanya pengaruh perlakuan media tanam dan pengaruh pemberian pupuk cair. Media tanaman dan pemberian nutrisi bagi tanaman merupakan salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan tanaman. Dari pola pertumbuhan vegetatif tanaman diatas terlihat pada perlakuan M1P0 (media pasir dan tanpa pemberian pupuk cair) tidak begitu mendukung untuk pertumbuhan tanaman, karena media pasir tidak menyediakan unsur hara, tidak memiliki KTK, kemampuan menyerap air lemah, sehingga tanaman tidak akan tumbuh dengan baik (Dodo, 2005). Sedangkan pada perlakuan M2P1 dan M3P2, pola pertumbuhan cemara laut tiap minggunya semakin meningkat baik untuk tinggi tanaman, jumlah cabang primer, dan jumlah cabang sekunder, hal ini dikarenakan adanya peran bahan organik pada media tanam dan nutrisi tanaman berupa pupuk cair. Menurut Lakitan (1995) bahan organik mampu menyediakan unsur hara baik makro ataupun mikro, dan memiliki kapasitas memegang air yang tinggi. Pupuk cair

merupakan nutrisi yang cepat tersedia bagi tanaman dan memungkinkan penyerapan hara oleh tanaman lebih cepat, sehingga menunjang pertumbuhan vegetatif tanaman (Purwa, 2007).

Hasil sidik ragam terhadap pengaruh komposisi media dan konsentrasi pupuk cair terhadap peubah-peubah yang diamati disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman hasil sidik ragam (F hitung) peubah pengamatan pertumbuhan benih cemara laut pada tahap prenurseri

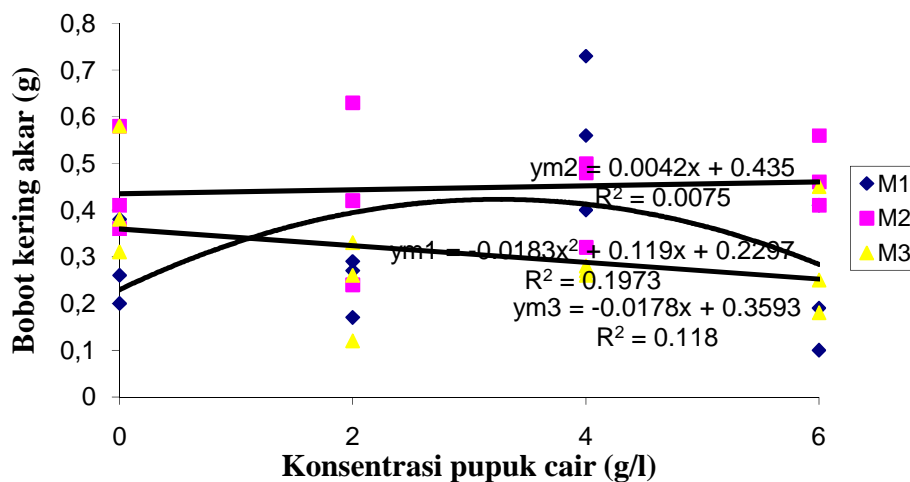
| No | Peubah | F Hitung Sumber Keragaman | | |
|----|---------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Media | Pupuk | Interaksi |
| 1. | Tinggi Tanaman | 64,93* | 1,88 ^{ns} | 1,04 ^{ns} |
| 2. | Jumlah cabang primer | 34,43* | 0,53 ^{ns} | 0,76 ^{ns} |
| 3. | Jumlah cabang sekunder | 36,58* | 0,18 ^{ns} | 0,74 ^{ns} |
| 4. | Diameter batang | 100,04* | 0,59 ^{ns} | 2,06 ^{ns} |
| 5. | Bobot basah atas tanaman | 10,66* | 3,61* | 2,05 ^{ns} |
| 6. | Bobot basah bawah tanaman | 50,92* | 2,40 ^{ns} | 1,78 ^{ns} |
| 7. | Bobot kering atas tanaman | 30,28* | 1,25 ^{ns} | 1,38 ^{ns} |
| 8. | Bobot kering akar | 6,61* | 2,40 ^{ns} | 3,37* |
| 9. | Jumlah akar sekunder | 1,53 ^{ns} | 0,71 ^{ns} | 0,44 ^{ns} |

Keterangan : *Berpengaruh nyata pada uji F 5 %. ns berpengaruh tidak nyata pada uji taraf 5 %

Dari Tabel 3 terlihat adanya pengaruh komposisi media terhadap peubah-peubah yang diamati dari sembilan. Peubah-peubah yang diamati dipengaruhi secara tunggal oleh komposisi media dan konsentrasi pupuk cair. Sedangkan konsentrasi pupuk cair hanya satu peubah yang berpengaruh nyata yaitu bobot basah atas tanaman.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa, dari sembilan peubah yang diamati hanya satu peubah terdapat interaksi antara komposisi media dan konsentrasi pupuk cair pada bobot kering akar. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian beberapa taraf konsentrasi pupuk cair memberikan pengaruh yang sama pada setiap

komposisi media. Begitu juga halnya dengan komposisi media M1, M2, dan M3 menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap pemberian konsentrasi pupuk cair terhadap pertumbuhan benih cemara laut. Hal ini diduga pemberian unsur hara berupa pupuk cair yang dikombinasikan dengan komposisi media, belum bisa dimanfaatkan oleh tanaman secara optimal. Dengan demikian tidak terdapat interaksi antara komposisi media dengan konsentrasi pupuk cair dalam mempengaruhi pertumbuhan benih cemara laut. Pengaruh interaksi antara komposisi media dan konsentrasi pupuk cair terhadap bobot kering akar dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh interaksi konsentrasi pupuk cair dan komposisi media terhadap bobot kering akar bibit cemara laut

Pemberian pupuk cair pada media M1 (media pasir) membentuk pola kuadratik negatif terhadap bobot kering akar, dimana bobot kering akar akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L-1 dan konsentrasi pupuk cair yang optimum adalah 3.25 ml.L-1 pada perlakuan M1 dengan bobot kering 0,43 g. Bobot kering akar terendah adalah pada konsentrasi 6 ml.L-1 yaitu 0,1 g, dan tertinggi pada konsentrasi 4 ml.L-1 yaitu 0,5 g. Pada perlakuan M2 (media pasir : kompos) membentuk grafik linear positif. Semakin tinggi konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L-1 maka bobot kering akar semakin meningkat. Bobot kering tertinggi mencapai 0,46 g pada konsentrasi pupuk cair 6 ml.L-1 dan

terendah 0,38 g pada perlakuan tanpa pemberian pupuk cair. Pada perlakuan M3 (media kompos) membentuk grafik Linear negatif. Jadi bobot kering akar semakin turun seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L⁻¹. Bobot kering terendah adalah 0,25 g pada konsentrasi 6 ml.L⁻¹ dan tertinggi 0,38 g pada perlakuan tanpa pemberian pupuk cair.

Dari seluruh interaksi, dapat dilihat bahwa pemberian pupuk cair pada konsentrasi 6 ml.L⁻¹ dengan kombinasi media tanam M2 (pasir : kompos) menghasilkan bobot kering akar tertinggi. Hal ini diduga dengan pemberian pupuk cair hingga konsentrasi 6 ml.L⁻¹ ke dalam media tanam mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, sehingga meningkatkan bobot kering akar bibit cemara laut. Hal ini juga tidak lepas dari peran media tanam, selain nutrisinya tercukupi melalui pemberian pupuk cair peran media dalam penyedia unsur hara mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Media pasir : kompos sebagai media penyedia unsur hara bagi tanaman, karena kompos memiliki unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman dan pasir dapat menciptakan kondisi media yang gembur dan aerasi yang baik, sehingga mudah ditembus oleh akar dan menunjang pertumbuhan akar. Hal ini sejalan dengan Hakim *et al* (1986) bahwa penambahan pasir berfungsi untuk menggemburkan media dan menciptakan aerasi yang baik, sehingga dapat menunjang pertumbuhan akar tanaman.

Interaksi pupuk cair dengan media M1 terhadap peubah bobot kering akar semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair hingga 3,25 ml.L⁻¹, peningkatan ini diduga akumulasi senyawa organik yang disintesis tanaman optimal, akan tetapi ketika konsentrasi pupuk cair ditingkatkan hingga 6 ml.L⁻¹ bobot kering akar tanaman semakin menurun hal ini diduga akumulasi senyawa organik yang disintesis oleh tanaman dari pupuk cair semakin sedikit seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L⁻¹. Interaksi pupuk cair dengan media M3 terhadap peubah bobot kering akar semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi pupuk cair, hal ini diduga karbohidrat yang terbentuk semakin sedikit seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair, maka energi untuk memperbanyak dan perkembangan sel juga semakin sedikit, sehingga menyebabkan bobot kering bawah tanaman semakin ringan. Menurut

Guritno dan Sitompul (1995) karbohidrat akan digunakan sebagai sumber energi dalam pembentukan bahan-bahan sel yang menyusun jaringan, organ, dan keseluruhan tubuh tanaman, karbohidrat yang terbentuk semakin sedikit jika konsentrasi pupuk cair semakin meningkat.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa komposisi media terhadap peubah tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, dan bobot kering atas tanaman. Tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap peubah bobot kering akar dan jumlah akar.

Hasil uji lanjut dengan BNT pada taraf 5% terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, dan bobot kering atas tanaman disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut

| No. | Peubah Pengamatan | Perlakuan | | |
|-----|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | M ₁ | M ₂ | M ₃ |
| 1. | Tinggi tanaman | 21,29 b | 33,65 a | 33,04 a |
| 2. | Jumlah cabang primer | 17,18 b | 28,15 a | 30,00 a |
| 3. | Jumlah cabang sekunder | 19,58 b | 45,73 a | 48,23 a |
| 4. | Diameter batang | 1,96 b | 3,08 a | 2,92 a |
| 5. | Bobot basah atas tanaman | 0,56 b | 0,95 a | 0,71 b |
| 6. | Bobot kering akar | 0,33 b | 0,50 a | 0,30 b |
| 7. | Bobot basah bawah tanaman | 3,20 c | 10,81a | 8,15 b |
| 8. | Bobot kering atas tanaman | 0,89 c | 2,61 a | 2,05 b |

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNT 5%.

M1 = Media pasir, M2 = pasir : kompos, M3 = kompos

Kompos dapat membuat aerasi tanah yang baik dan struktur tanah menjadi gembur, sehingga tanaman dapat berkembang lebih baik dan efektif menyerap

unsurunsur hara (Salisbury dan Ross, 1991). Bahan organik selain berperan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur, daya pegang air dan permeabilitas tanah tinggi, juga meningkatkan ketersediaan unsur hara (Kononova, 1996).

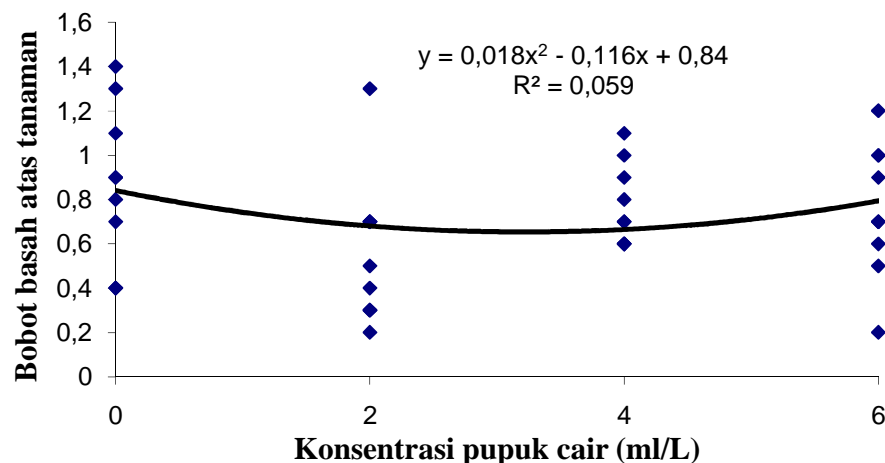
Tabel 4 menunjukkan bahwa peubah tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman, dan bobot kering akar berpengaruh terhadap masing – masing perlakuan komposisi media yang digunakan. Pada perlakuan M2 dan M3 memberikan hasil terbaik pada peubah tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman, dan bobot kering akar dibandingkan dengan perlakuan M1. Hal ini diduga bahwa kandungan unsur hara yang terdapat pada M2 dengan komposisi media pasir : kompos = 1 : 1 sudah mencukupi untuk pertumbuhan benih cemara laut secara optimal, dan juga hal ini disebabkan oleh pemberian kompos pada media pasir dapat menciptakan aerasi yang baik pada media tanam (Subroto, *et al.*, 1997). Suryani (2007) menambahkan bahwa Penambahan bahan organik berupa kompos dapat memperbaiki sifat-sifat media. Disamping fungsi kompos menyediakan unsur hara dan peran sertanya dalam mengikat air , penambahan kompos pada media pasir dapat memberikan kondisi media yang gembur, memperbaiki aerasi media dan mempermudah penetrasi akar, sehingga memberikan pertumbuhan yang optimal bagi tanaman.

Pada perlakuan M3 memberikan hasil terbaik pada peubah jumlah cabang, primer dan jumlah cabang sekunder dibandingkan dengan perlakuan M2 dan M1. Hal ini diduga kandungan unsur hara M3 mampu memberikan pertumbuhan yang optimal, karena kompos mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan memiliki KTK yang tinggi. KTK yang tinggi memungkinkan penyerapan unsur hara oleh tanaman semakin besar sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Pada perlakuan M2 dan M3 memberikan hasil yang terbaik bagi pertumbuhan benih cemara laut. M2 (Pasir : kompos) memiliki kombinasi media yang dapat memberikan pertumbuhan yang optimal bagi benih cemara laut. Hal ini

karena peran pasir pada media kompos dapat menjaga struktur media tetap remah gembur, meningkatkan KTK, dan memperlancar pertumbuhan akar (Lendri, 2003). Pada perlakuan M3 (kompos) mampu menyediakan nutrisi bagi tanaman, memiliki KTK yang tinggi, daya serap air yang tinggi, sehingga dapat memberikan pertumbuhan yang optimal bagi tanaman cemara laut.

Pada perlakuan M1 memberikan hasil terendah, karena pada perlakuan M1 (pasir) tidak memiliki unsur hara, tidak memiliki KTK, daya serap air lemah. Sehingga tidak memberikan pertumbuhan yang optimal bagi benih cemara laut.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk cair memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap peubah pengamatan bobot basah atas tanaman, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap, tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah cabang sekunder, diameter batang, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman, bobot kering akar, dan jumlah akar primer. Hasil uji lanjut dengan uji polynomial orthogonal terhadap bobot basah atas tanaman disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh konsentrasi pupuk cair terhadap bobot basah atas tanaman

Peningkatan konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L⁻¹ menyebabkan meningkatnya bobot basah atas tanaman. Bobot basah atas tanaman tertinggi adalah pada konsentrasi 6 ml.L⁻¹ yaitu mencapai 0,9 g dan terendah 0,7 g pada konsentrasi 2 ml.L⁻¹ dan konsentrasi pupuk cair minimum pada konsentrasi 3.2

ml.L⁻¹ dengan bobot basah tanaman 0,65 g. Peningkatan bobot basah atas tanaman dikarenakan pengaruh dari pemberian pupuk cair dan jumlah air yang diserap oleh tanaman. Jadi dengan pemberian pupuk cair hingga 6 ml.L⁻¹ kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dan air semakin meningkat, sehingga bobot basah atas tanaman meningkat. Menurut Goldworsthy dan Fisher (1984) bobot basah suatu tanaman menunjukkan status air yang terkandung oleh tanaman. Semakin banyak air yang diserap oleh tanaman maka bobot basah akan semakin meningkat. Bobot basah tanaman meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pupuk cair (Nahampun, 2009).

5.2 Inisiasi Pertumbuhan Immature Seeds secara *in vitro*

Pengamatan terhadap pertumbuhan *immature seeds* yang dikulturkan secara *in vitro* menunjukkan pertumbuhan yang relatif rendah. Perlakuan yang diberikan ke dalam media kultur tidak direspon secara signifikan pada beberapa peubah pengamatan terhadap pertumbuhan *immature embryo*. Tingginya tingkat kontaminasi dalam media kultur menyebabkan eksplan tidak tumbuh optimal. Pada embrio dengan umur buah yang belum matang, eksplan mengalami browning sebagai akibat adanya senyawa sulfat dan fenolat yang dikeluarkan dari eksplan yang dikulturkan. Adanya *browning* menyebabkan pertumbuhan tanaman mengalami stagnasi, bahkan mati. Pada kultur embrio yang berasal dari buah yang matang, kontaminasi terjadi karena sterilisasi yang dilakukan menjadi kurang optimal. Hal ini disebabkan karena *cone* telah membuka, sehingga kontak antara udara luar (kontaminan) dengan biji dan embrio di dalam biji semakin besar. Hasil analisis keragaman terhadap pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap peubah pengamatan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara *in vitro* (6 mst).

| Peubah | F hitung | | |
|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Embrio | Media | Interaksi |
| Persentase tumbuh embrio | 9,44 ^{**} | 8,70 ^{**} | 1,76 ^{ns} |
| Saat tumbuh tunas mikro | 2,00 ^{ns} | 1,97 ^{ns} | 0,47 ^{ns} |
| Jumlah tunas | 9,80 ^{**} | 8,92 ^{**} | 1,04 ^{ns} |
| Jumlah akar | 2,89 ^{ns} | 10,78 ^{**} | 0,77 ^{ns} |

Keterangan : ^{**} = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %
^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara umur kematangan embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro dalam media MS memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap semua peubah yang diamati. Perbedaan umur kematangan embrio memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada persentase tumbuh embrio dan jumlah tunas mikro, dan berpengaruh tidak nyata untuk peubah yang lainnya. Perbedaan konsentrasi hara makro dari media MS memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada semua peubah yang diamati, kecuali pada saat tumbuh tunas mikro. Hasil uji DMRT pada taraf 5 % terhadap peubah yang diamati disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

| Perlakuan | PE | JT |
|-----------------------------------|------|--------|
| <i>Young immature embryo</i> (E1) | 11 c | 0,80 b |
| <i>immature embryo</i> (E2) | 28 a | 2,25 a |
| <i>mature embryo</i> (E3) | 20 b | 1,40 b |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur kematangan buah sangat mempengaruhi pertumbuhan embrio. Persentase tumbuh embrio terkecil terjadi pada buah yang belum matang. Pada buah hampir matang, embrio sudah memiliki energi yang cukup untuk tumbuh dan berkembang. Sedangkan pada buah yang telah matang

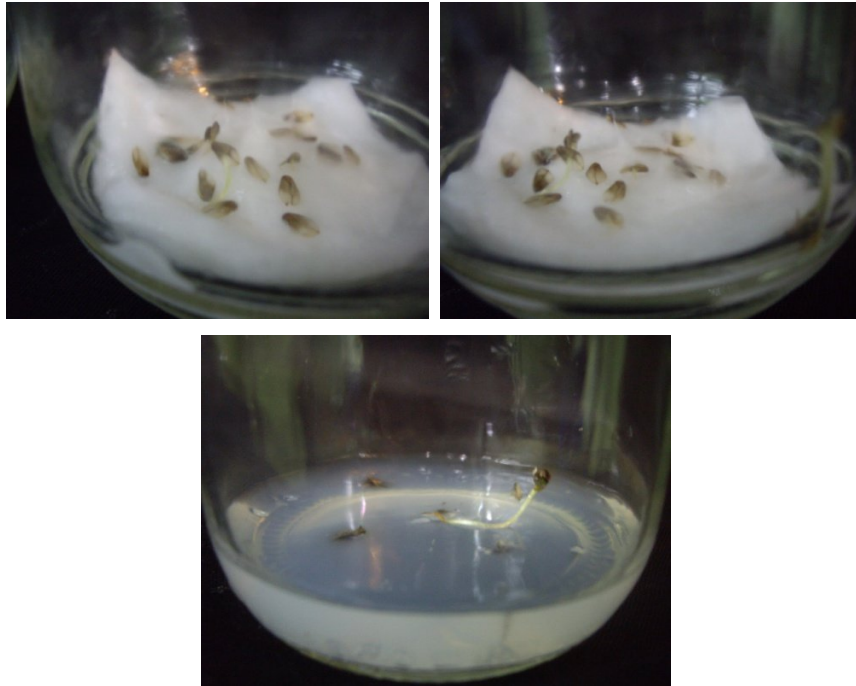
persentase pertumbuhan embrio lebih rendah. Hal ini lebih disebabkan oleh adanya kontaminasi yang tinggi pada buah matang, sebagai akibat dari telah membukanya ruang (*cone*) buah. Hasil penelitian Prakash dan Gurumurthi (2010) menunjukkan pula bahwa pertumbuhan kotiledon dari benih yang belum matang memberikan frekuensi pertumbuhan callus yang paling tinggi pada media MS dengan penambahan 1 mg/L NAA.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

| Perlakuan | PE | JT | JA |
|-------------------------------|---------|---------|--------|
| Konsentrasi $\frac{1}{4}$ MS | 10,67 b | 0,73 c | 0,47 b |
| Konsentrasi $\frac{1}{2}$ MS | 30,67 a | 2,53 a | 2,27 a |
| Konsentrasi full MS | 24,00 a | 1,67 b | 1,73 a |
| Konsentrasi $1\frac{1}{2}$ MS | 13,33 b | 1,00 bc | 0,93 b |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5 % .

Penentuan suatu jenis unsur hara makro pada konsentrasi yang tepat dan seimbang merupakan langkah yang paling penting dalam menentukan keberhasilan kultur tanaman (George dan Sherrington, 1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terbaik diperoleh pada media dengan konsentrasi hara makro $\frac{1}{2}$ MS. Pada media ini diperoleh respon tertinggi untuk persentase tumbuh embrio (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Respon terendah diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{4}$ MS. Kasi dan Sunaryono (2006) berhasil mengkulturkan somatic embrio sagu pada media dengan konsentrasi hara makro $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan 0,01 mg/L ABA. Sedangkan Marlin (2003) melaporkan bahwa konsentrasi optimum 83.5 % hara makro MS diperlukan untuk membentuk rimpang mikro jahe tercepat (12,5 hst), tetapi konsentrasi hara makro $\frac{1}{4}$ MS menghasilkan berat basah rimpang tertinggi.



Gambar 12. Perkecambahan dan pertumbuhan immature embryo. A-B) pada media MS cair, C) pada MS solid media

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pertumbuhan benih cemara laut terbaik diperoleh pada media dengan campuran pasir : kompos dengan perbandingan 1:1.
2. Perendaman benih dalam larutan IBA memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan benih. Pada konsentrasi optimum 78,72 ppm diperoleh respon tertinggi terhadap pertumbuhan akar tanaman cemara laut.
3. Interaksi pupuk cair dan komposisi media terhadap pertumbuhan benih cemara laut berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman, dan jumlah akar primer.
4. Media tanam yang terbaik adalah komposisi media pasir : kompos dengan perbandingan 1 : 1 karena memberikan hasil terbaik pada peubah tinggi tanaman, diameter batang, bobot basah atas tanaman, bobot kering akar, bobot basah bawah tanaman, bobot kering atas tanaman.
5. Peningkatan konsentrasi pupuk cair hingga 6 ml.L-1 mampu meningkatkan bobot basah bagian atas tanaman cemara laut

5.2 Saran

Paket teknologi budidaya tanaman cemara laut secara konvensional dapat diterapkan dalam menghasilkan bibit cemara yang siap diaplikasikan ke lapang. Namun perlu upaya yang lebih keras lagi untuk mendapatkan teknologi *in vitro* dalam memperbanyak tanaman cemara laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasyid, H dan A. Widiarti, 1990. Pengaruh Penggunaan Hormon IBA terhadap persentase hidup stek *Khaya anthoteca*. Buletin Penelitian Hutan No.523. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. P.1-22
- Ammirato, P.V. 1986. Control and Expression of Morphogenesis in Culture. *Ed by* : Withers, LA. Withers and P.G. Alderson. Plant Tissue Culture and Its Agricultural Applications. Butterworths University Press. Cambridge.
- Anonimous, 1991. Vademikum Dipterocarpaceae. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Bhojwani, S.S. (ed.). 1990. Plant Tissue Culture : Applications and Limitations. Elsevier. Amsterdam.
- BKSDA Bengkulu. 2004. Data potensi obyek dan daya tarik wisata alam di Taman Wisata Alam. BKSDA Propinsi Bengkulu. Bengkulu.
- Debergh, P.C., Y. Harbaoui, and R. Lemeur. 1981. Mass Propagation of Globe Artichoke (*Cynara scolymus*): Evaluation of different hypotheses to overcome vitrification with several reference to water potential. Physiologia Pl., 53: 181-187.
- Departemen kampanye Walhi Bengkulu. 2004.
<http://walhibengkulu.blogspot.com/2009/08/pertahankan-status-danau-dendam-sebagai.html>. Didownload Tanggal 12 Maret 2010.
- Dormegues, Y. 1995. *Casuarina equisetifolia* : pohon kuno yang menjamin masa depan yang cerah. Lembar Informasi Pohon Pengikat Nitrogen. NFTA. USA
- Eze, J.M.O., and M.O. Ahonsi. 1993. Improved germination of the seeds of whistling pine (*casuarina equisetifolia*) forst and forst (*Cassuarinaceae*) by various presowing treatments. J. Agronomie 10: 13 (889-894).
http://www.agronomy-journal.org/index.php?option=article&access=standart&itemid=129&url=/articles/agro/abs/1993/10/agronomie_0249-5627_1993_13_10_ART0003.html. Didownload 14 Maret 2010.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. *Diterjemahkan oleh* H. Susilo. Universitas Indonesia. Jakarta.
- George, E.F. and P.D. Sherrington, 1984. Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directionary of Commercial Laboratories. Exegetic Ltd. England.

- Gunawan, L.W. 1988. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Laboratorium Kultur jaringan Tumbuhan Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kehr A.E. and G.W. Schaeffer. 1976. Tissue Culture and Differentiation of Garlic. Hortscience 30(2); 378-385.
- Kompas. 2007. Penghancuran Lingkungan Berlanjut. Kompas.com. Didownload 12 Maret 2010.
- Krikorian, A.D. 1982. Cloning Higher Plants from Aseptically Cultured Tissues and Cells. Biol. Rev. 57: 59-88.
- Lendri, S. 2003. Teknik pembibitan mengkudu pada berbagai jenis media. Buletin Teknik Pertanian. 8(1): 5-7.
- Liputan 6.com. 2010. Pantai Abrasi Cemara laut Ditanam. Didownload tanggal 10 Maret 2010. <http://berita.liputan6.com/daerah/200912/253234/>
- Lukitariati, S., N.L.P. Indriyani, A. Susiloadi, dan M.J. Anwarudin. 1996. Pengaruh naungan dan asam butirat terhadap pertumbuhan bibit batang bawah manggis. Jurnal Hortikultura. 6(3): 220-226.
- Ma, Y., H.L. Wang, C.J. Zhang, dan Y.Q. Kang. 1994. High Rate of Virus-free Plantlet Regeneration via Garlic Scape-tip Culture. Plant Cell Reports 14: 65-68.
- Marlin, Alnopri dan A. Rohim. 2000. Proliferasi tunas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) *in vitro* dengan pemberian sukrosa dan agar powder. Akta Agrosia Vol. IV (2) : 44-48.
- Marlin. 2001. Regenerasi planlet jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) *in vitro* dengan pemberian nitrogen pada berbagai bentuk media subkultur. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian UNIB. Bengkulu. (*Tidak dipublikasikan*).
- Moncousin, C. 1988. Adventitious Rhizogenesis Control: New developments. Acta Hort. 230: 97-104.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.
- Muthukumar, T., and Udaiyan, K. 2010. Growth response and nutrient utilization of *Casuarina equisetifolia* seedlings inoculated with bioinoculant under tropical nursery conditions. <http://www.springerlink.com/content/7806261tp22m445k/>. Didownload 13 Maret 2010.

- Nagakubo, T., A. Nagasawa and H. Ohkawa. 1993. Micropropagation of Garlic Through *in vitro* Bulblet Formation. *Plant Cell Tissue, and Organ Culture* 32: 175-183.
- Nurahmah, Y., M.Y. Mile, dan E. Suhaendah. 2007. Teknis perbanyakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) pada media pasir. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. (*Terjemahan*). Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Siagian, Y.T., 1992. Pengaruh Hormon Indole 3-Butyric Acid (IBA) terhadap persentase jadi stek batang *Gmelina arborea* LINN. Buletin Penelitian Hutan No.546. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. P.55-60.
- Skoog, F. dan C.O. Miller. 1957. Chemical Regulation of Growth and Organ Formation in Plant Tissue Culture *in vitro*. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 11:118-131.
- Suara Merdeka. 2009. Kapolda Tanam Pohon Cemara Laut. Suara Merdeka. Jakarta.
- Sutopo, L. 1985. Teknologi benih. CV. Rajawali. Jakarta. 247 halaman.
- Syamsuwida, D. 2005. Budidaya cemara laut sebagai pohon serbaguna dalam pengembangan hutan kemasyarakatan. *Info Benih*. Vol. 10 No. 1:1-13.
- Tran Thanh Van, K and T.H. Trinh. 1990. Organic Differentiation. *In*; S.S. Bhojwani (*ed.*). *Plant Tissue Culture: Applications and Limitations*. Elsevier Science Publ. Netherlands.
- Wareing, P.F. and I.D.J. Phillips. 1981. *Growth and differentiation in Plants*. Pergamon Press 3rd Ed.
- Wilson, S.B., K. Iwabuchi, N.C. Rajapakse and R.E. young. 1998. Responses of Broccoli Seedlings to Light Quality during Low Temperature Storage *In vitro*. II. Sugar Content and Photosynthetic Efficiency. *HortSci*. 33:1258-1261.
- Wetler, L.R., and F. Constascl. 1991. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. Edisi II. ITB. Bandung.
- Yasman, I dan W.T.M. Smits, 1988. *Metode Pembuatan Stek Dipterocarpaceae*. Balai Penelitian Kehutanan. Samarinda.

Lampiran

Makalah akan disampaikan pada Seminar Nasional Hortikultura Indonesia 2010
Di Denpasar Bali (25-26 November 2010)

STIMULASI PERTUMBUHAN *IMMATURE-EMBRYO* CEMARA LAUT PADA BEBERAPA KONSENTRASI HARA MAKRO SECARA *IN VITRO*

Marlin dan Yulian Idris

Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu – 38371A E-mail: marlin_iin@yahoo.com

Abstrak

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) merupakan tanaman dengan banyak manfaat (*multipurpose*). Sebagai tanaman hias, tanaman ini memiliki nilai ekonomi dan estetika yang tinggi. Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut melalui kultur *immature embryo* pada beberapa modifikasi hara makro secara *in vitro*. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf. Tingkat kematangan embrio ditentukan berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio muda yang belum matang-*young immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah konsentrasi hara makro dari media MS (Murashige dan Skoog, 1962), terdiri dari 4 taraf yaitu $\frac{1}{4}$ media MS, $\frac{1}{2}$ media MS, full media MS, dan $1\frac{1}{2}$ media MS. Hasil pengamatan terhadap anatomi buah dan benih cemara laut menunjukkan bahwa embrio terletak dibagian basal benih yang dibungkus dengan selaput yang tipis. Embrio berukuran rerata 0.6 mm, berwarna kekuningan. Hasil kultur *in vitro* menunjukkan pertumbuhan terbaik *immature-embryo* terjadi pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Pada media ini, embrio mampu berkecambah dan membentuk tunas mikro (2,53 tunas/eksplan) dan akar (2,27 akar/eksplan dalam 6 minggu kultur. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

Kata Kunci : cemara laut, *immature embryo*, hara makro, *in vitro*

1. PENDAHULUAN

Cemara laut merupakan tanaman yang memiliki banyak keunggulan dan manfaat. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi sehingga upaya pengembangan tanaman ini sangat penting dilakukan. Cemara laut dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan menjadi elemen utama dalam konsep penataan taman *outdoor* maupun *indoor*. Selain itu, cemara laut juga dimanfaatkan sebagai tanaman bonsai. Cemara laut mempunyai kayu dengan kualitas tinggi untuk bahan bakar (arang), kayu gelondongan, dan berperan penting dalam konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, serta sebagai penahan angin.

Umumnya tanaman cemara laut berkembang biak dengan cara generatif menggunakan biji. Biji terdapat di dalam buah yang berbentuk *cone*. Setiap buah memiliki 20-50 biji. Biji cemara laut sangat mudah diterbangkan oleh angin, sehingga mudah berpindah tempat satu ke tempat yang lain. Hal ini terjadi karena ukuran biji sangat kecil dan memiliki sayap yang tipis dan membungkus biji. Perkecambahan embrio di lingkungan alami hanya dapat terjadi pada kondisi yang menguntungkan, yaitu pada media yang lembab dan berpasir.

Faktor genetik dan lingkungan sangat mempengaruhi kemampuan benih untuk dapat berkecambah. Diantaranya adalah tingkat kemasakan biji. Pada biji yang belum matang (*immature seeds*), umumnya embrio belum tumbuh sempurna dan cadangan makanan dalam biji belum cukup untuk pertumbuhan embrio. Pengaruh lingkungan tumbuh sangat menentukan viabilitas atau daya kecambah biji cemara laut karena viabilitasnya sangat rendah dan mudah hilang (Nurahmah *et al.*, 2007). Menurut Eze dan Ahonsi (1993), persentase perkecambahan benih cemara laut hanya 7-16 % di lingkungan alami. Hal ini terjadi karena biji hanya memiliki cadangan makanan yang sedikit sehingga menghambat pertumbuhan dan perkecambahan embrio. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk dapat menyelamatkan embrio yang terdapat pada biji cemara laut sebagai upaya untuk mempercepat penyediaan benih cemara laut yang berkualitas. Perbanyak secara konvensional menunjukkan pertumbuhan benih yang masih rendah. Beberapa hasil penelitian dilakukan untuk memacu pertumbuhan benih di lapang. Muthukumar dan Udaiyan (2010) melaporkan bahwa pemberian bioinokulan *Glomus geosporum*, *Paenibacillus polymixa* dan *Frankia* secara individual atau dikombinasikan, memacu pertumbuhan benih, efisien dalam menyerap hara, dan memperbaiki kualitas benih cemara laut. Sedangkan Eze dan Ahonsi (1993), meneliti pemberian 0.1 mM GA₃ yang diikuti dengan 2500 mg.dm³ ascorbic acid dan 10 mM NaNO₃ dapat meningkatkan pertumbuhan kecambah. Tetapi, tingkat perkecambahan baru mencapai 62 %.

Salah satu alternatif usaha yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan embrio cemara laut dan meningkatkan pertumbuhannya adalah melalui teknik kultur jaringan tanaman atau teknik *in vitro*. Dengan penggunaan teknik kultur jaringan, bahan tanam yang dihasilkan akan mempunyai tingkat multiplikasi yang tinggi, materi tanaman yang berkualitas, lebih homogen, secara genetik sama dengan induknya, dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Bhojwani, 1990). Kebutuhan nutrisi dan zat pengatur tumbuh untuk memacu proses morfogenesis pada kultur *in vitro* akan berbeda untuk setiap jenis tanaman dan eksplan yang digunakan (Warreing dan Phillips, 1981). Regenerasi *Anthurium scherzerium* dilakukan dengan mereduksi hara makro menjadi ½ konsentrasi (Hamidah *et al.*, 1997). Kultur *immature seeds* menghasilkan pertumbuhan terbaik pada tanaman *Rynchostylis gigantea* (Lindl.) yang dikulturkan pada media MS dengan ½ konsentrasi hara makro (Zhi-Ying dan Xu, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi penyelamatan embrio cemara laut melalui kultur *in vitro* dengan memodifikasi konsentrasi hara makro di dalam media kultur.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan bulan Mei sampai dengan Agustus 2010 di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Tingkat kematangan embrio ditentukan berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio yang belum matang-*immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah konsentrasi hara makro dari media MS (Murashige dan Skoog, 1962), terdiri dari 4 taraf yaitu $\frac{1}{4}$ hara MS, $\frac{1}{2}$ hara makro media MS, full hara makro media MS, dan $1\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Dari kedua faktor tersebut terdapat 12 kombinasi perlakuan dengan 5 ulangan.

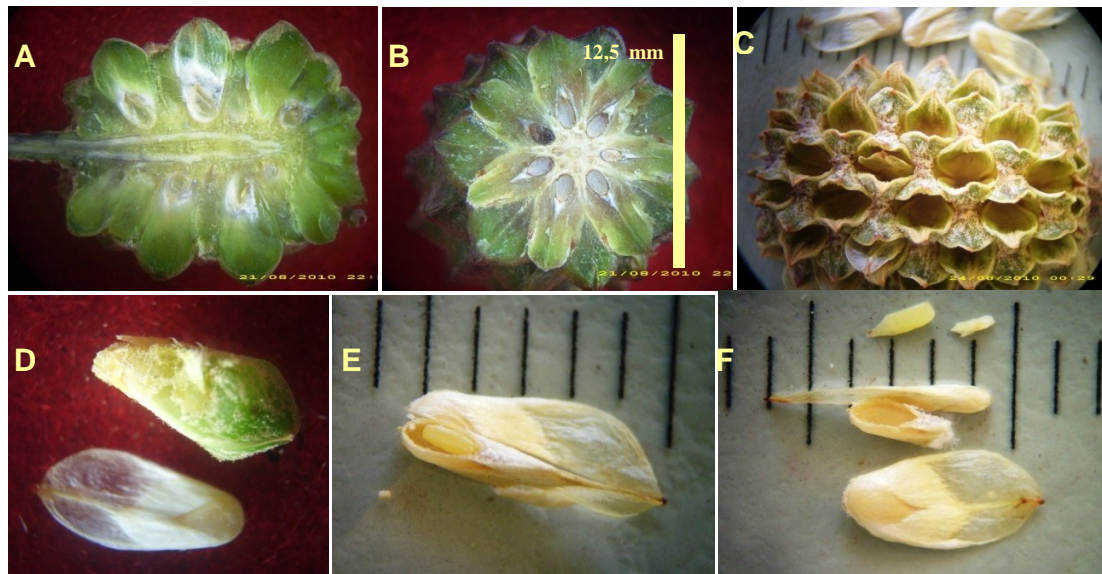
Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan tanam yang berupa embrio dari biji cemara laut. Biji cemara laut berasal dari tanaman induk yang terpilih dan berumur lebih dari 3 tahun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah tingkat kematangan embrio yang terdiri dari 3 taraf. Tingkat kematangan embrio dipilih berdasarkan tingkat kematangan buah, dengan mengamati warna buah buah, yaitu embrio muda yang belum matang-*young immature embryo* (dengan buah berwarna hijau), embrio hampir matang (dengan buah berwarna kuning kehijauan), serta embrio matang (dengan buah berwarna kuning kecoklatan). Faktor kedua adalah komposisi media kultur. Media kultur yang digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog, 1962). Komposisi media terdiri dari 4 taraf, yaitu $\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, full MS, dan $1\frac{1}{2}$ MS.

Pembuatan media diawali dengan pembuatan larutan stok dengan kepekatan tertentu. Pembuatan media dilakukan dengan cara mengencerkan semua larutan stok sesuai perlakuan. Media ditambahkan sukrosa 30 g/L dan ditetapkan pada pH 5.8. Media dibuat dalam bentuk *solidified medium* dengan penambahan agar powder 7 g/L. Media dimasak sampai mendidih, dan dimasukkan ke dalam botol kultur dengan 20 mL media untuk masing-masing botol kultur. Sterilisasi media dilakukan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 20 menit. Media diinkubasi di dalam ruang kultur selama 1 minggu. Penanaman eksplan dilakukan di dalam *laminar airflow cabinet*.

Pengamatan dilakukan terhadap persentase tumbuh embrio, saat tumbuh tunas mikro, jumlah tunas mikro, jumlah akar mikro, dan pengamatan terhadap morfologi benih dan embrio dengan menggunakan light microscope. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis keragaman pada taraf 5%. Bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncant's Multiple Range Test pada taraf 5 %.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Buah cemara laut memiliki rerata diameter 12,5 mm. Pada tiap buah terdapat ruang (*cone*) yang berisi 1 biji cemara. Ukuran biji sangat kecil, dengan rerata diameter 4,8 mm, dan rerata ketebalan 0,25 mm. Biji memiliki selaput tipis dan membungkus embrio cemara di dalamnya. Embrio tidak memiliki cadangan makanan sehingga vigor mudah hilang. Rerata panjang embrio 0,6 mm.



Gambar 1. Morfologi buah dan benih cemara laut. A) potongan membujur buah muda, B) potongan melintang buah muda, C) susunan cone yang berisi benih matang, D) benih cemara laut, E-F) bagian-bagian benih

Hasil pengamatan terhadap anatomi buah dan benih cemara laut menunjukkan bahwa embrio terletak di bagian basal biji yang dibungkus dengan selaput yang tipis. Cemara laut memiliki biji yang berkeping dua (*dicotyledonae*). Bagian dalam biji terdapat keping biji yang membungkus embrio, dengan ukuran ± 1.2 mm. Embrio berukuran rerata 0,6 mm, berwarna kekuningan. Kotiledon membuka saat biji berkecambah dengan tipe perkecambahan epigeal. Hasil analisis keragaman terhadap pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap peubah pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh umur embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro terhadap pertumbuhan benih cemara laut secara *in vitro* (6 mst).

| Peubah | F hitung | | |
|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Embrio | Media | Interaksi |
| Persentase tumbuh embrio | 9,44 ^{**} | 8,70 ^{**} | 1,76 ^{ns} |
| Saat tumbuh tunas mikro | 2,00 ^{ns} | 1,97 ^{ns} | 0,47 ^{ns} |
| Jumlah tunas | 9,80 ^{**} | 8,92 ^{**} | 1,04 ^{ns} |
| Jumlah akar | 2,89 ^{ns} | 10,78 ^{**} | 0,77 ^{ns} |

Keterangan : ^{**} = berbeda sangat nyata pada taraf 1 %

^{ns} = berbeda tidak nyata pada taraf 5 %

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara umur kematangan embrio dan modifikasi konsentrasi hara makro dalam media MS memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap semua peubah yang diamati. Perbedaan umur kematangan embrio memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada persentase tumbuh embrio dan jumlah tunas mikro, dan berpengaruh tidak nyata untuk peubah yang lainnya. Perbedaan konsentrasi hara makro dari media MS memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada semua peubah yang diamati, kecuali pada saat tumbuh tunas mikro. Hasil uji DMRT pada taraf 5 % terhadap peubah yang diamati disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh umur kematangan embrio terhadap persentase tumbuh embrio (PE) dan jumlah tunas mikro (JT) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

| Perlakuan | PE | JT |
|-----------------------------------|------|--------|
| <i>Young immature embryo</i> (E1) | 11 c | 0,80 b |
| <i>immature embryo</i> (E2) | 28 a | 2,25 a |
| <i>mature embryo</i> (E3) | 20 b | 1,40 b |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5 %.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur kematangan buah sangat mempengaruhi pertumbuhan embrio. Persentase tumbuh embrio terkecil terjadi pada buah yang belum matang. Pada buah hampir matang, embrio sudah memiliki energi yang cukup untuk tumbuh dan berkembang. Sedangkan pada buah yang telah matang persentase pertumbuhan embrio lebih rendah. Hal ini lebih disebabkan oleh adanya kontaminasi yang tinggi pada buah matang, sebagai akibat dari telah membukanya ruang (*cone*) buah. Hasil penelitian Prakash dan Gurumurthi (2010) menunjukkan pula bahwa pertumbuhan kotiledon dari benih yang belum matang memberikan frekuensi pertumbuhan callus yang paling tinggi pada media MS dengan penambahan 1 mg/L NAA.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi hara makro media MS pada persentase tumbuh embrio (PE), dan jumlah tunas mikro (JT) dan jumlah akar (JA) cemara laut secara *in vitro* (6 mst)

| Perlakuan | PE | JT | JA |
|---------------------|---------|---------|--------|
| Konsentrasi ¼ MS | 10,67 b | 0,73 c | 0,47 b |
| Konsentrasi ½ MS | 30,67 a | 2,53 a | 2,27 a |
| Konsentrasi full MS | 24,00 a | 1,67 b | 1,73 a |
| Konsentrasi 1½ MS | 13,33 b | 1,00 bc | 0,93 b |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT taraf 5 % .

Penentuan suatu jenis unsur hara makro pada konsentrasi yang tepat dan seimbang merupakan langkah yang paling penting dalam menentukan keberhasilan kultur tanaman (George dan Sherrington, 1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon terbaik diperoleh pada media dengan konsentrasi hara makro ½ MS. Pada media ini diperoleh respon tertinggi untuk persentase tumbuh embrio (30,67%), jumlah tunas (2,53

tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Respon terendah diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{4}$ MS. Kasi dan Sunaryono (2006) berhasil mengkulturkan somatic embryo sagu pada media dengan konsentrasi hara makro $\frac{1}{2}$ MS dengan penambahan 0,01 mg/L ABA. Sedangkan Marlin (2003) melaporkan bahwa konsentrasi optimum 83.5 % hara makro MS diperlukan untuk membentuk rimpang mikro jahe tercepat (12,5 hst), tetapi konsentrasi hara makro $\frac{1}{4}$ MS menghasilkan berat basah rimpang tertinggi.

IV. Simpulan dan Saran

Upaya penyelamatan embrio cemara laut dapat dilakukan melalui kultur *immature embryo* secara *in vitro*. Pertumbuhan terbaik *immature-embryo* diperoleh pada media dengan konsentrasi $\frac{1}{2}$ hara makro media MS. Pada media $\frac{1}{2}$ MS diperoleh respon tertinggi terhadap peubah persentase tumbuh (30,67%), jumlah tunas (2,53 tunas/eksplan), dan jumlah akar (2,27 akar/eksplan). Embrio yang berasal dari buah yang hampir matang memiliki persentase tumbuh dan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan umur embrio yang lain. Embrio yang lebih matang, umumnya memiliki tingkat kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan *immature embryo*.

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengevaluasi perkecambahan dan pertumbuhan *immature embryo* pada berbagai jenis media kultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhojwani, S.S. (ed.). 1990. Plant Tissue Culture : Applications and Limitations. Elsevier. Amsterdam.
- Eze, J.M.O., and M.O. Ahonsi. 1993. Improved germination of the seeds of whistling pine (*Casuarina equisetifolia*) forst and forst (*Cassuarinaceae*) by various presowing treatments. J. Agronomie 10: 13 (889-894).
- George, E.F. and P.D. Sherrington, 1984. Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directionary of Commerical Laboratories. Exegetic Ltd. England.
- Hamidah, M., A.G.A. Karim, and P. Debergh. 1997. Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Anthurium scherzerianum*). Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 49: 23-27.
- Kasi, P.D., dan Sumaryono. 2006. Keragaman morfologi selama perkembangan embrio somatik sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.). Menara Perkebunan. 74(1): 44-52.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-497.
- Muthukumar, T., and Udaiyan, K. 2010. Growth response and nutrient utilization of *Casuarina equisetifolia* seedlings inoculated with bioinoculant under tropical nursery conditions. <http://www.springerlink.com/content/7806261tp22m445k/>. Didownload 13 Maret 2010.

- Nurahmah, Y., M.Y. Mile, dan E. Suhaendah. 2007. Teknis perbanyakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) pada media pasir. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Prakash, M. G. and K. Gurumurthi. 2010. Effects of type of explant and age, plant growth regulators and medium strength on somatic embryogenesis and plant regeneration in *Eucalyptus camaldulensis*. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 100:13–20
- Wareing, P.F. and I.D.J. Phillips. 1981. Growth and differentiation in Plants. Pergamon Press 3rd Ed.
- Zhi-Ying, L., and Xu, L. 2009. *In vitro* propagation of White-flower mutan of *Rhynchosstylis gigantea* (Lindl.) Ridl. through immature seed-derived protocorm-like bodies. Journal of Horticulture and Forestry. 1(6): 93-97